

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

**MODELO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE PREPARO DE EMPRESAS
DE MANUFATURA PARA IMPLANTAÇÃO DO CONCEITO
INDÚSTRIA 4.0 NA LOGÍSTICA INTERNA**

DIÓGENES MARCELO CASSIANO CORIGUAZI

ORIENTADOR: PROF. DR. ALEXANDRE TADEU SIMON

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

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2018

AGRADECIMENTOS

A meu orientador Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon, por todo conhecimento, apoio e dedicação em me mostrar os melhores caminhos a serem trilhados.

À coordenação, secretaria e professores do programa de pós-graduação em engenharia de produção da Unimep-SBO, por me instruírem, ensinarem e ajudarem durante todo meu tempo como mestrando.

A minha amada esposa Daiane Aparecida Fausto, pelo incentivo apoio e paciência durante esta etapa.

Ao meu sogro Remi Fausto e sogra Marilena Stedille Fausto, por me apoiarem, acolhendo-me como filho.

Aos meus pais (em memória), por toda a educação, caráter e amor que me deram ao longo de suas vidas.

RESUMO

Para que as empresas se mantenham competitivas, é essencial que implantem inovações tecnológicas tais como as apresentadas pelo conceito Indústria 4.0, que consiste na soma de inovações, derivadas e implementadas em uma cadeia de valor para endereçar as tendências de digitalização, tomada de decisão autônoma, transparência, mobilidade, modularização, colaboração em rede e a socialização de produtos e processos. No âmbito da manufatura em si, um processo importante para a operação da empresa é a logística interna, responsável pelo fluxo estruturado de materiais no interior da empresa. Com a aplicação de tecnologias pertencentes ao conceito Indústria 4.0, com os Sistemas Físico-Cibernéticos, Internet das Coisas, Objetos Inteligente e a Big Data, nas atividades logísticas, as empresas podem alcançar reduções dos custos operacionais, melhorar a qualidade e velocidade de transmissão das informações, mitigar o efeito chicote e melhorar a rastreabilidade dos componentes. Porém para uma implantação adequada do conceito, sugere-se, como primeiro passo, a utilização de modelos de avaliação do nível de preparo e/ou maturidade. No entanto, não se encontra na literatura um modelo que avalie o nível de preparo das empresas, com relação às atividades da logística interna, perante ao conceito Indústria 4.0. Desta forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo para avaliação do nível de preparo das empresas de manufatura para implantação do conceito Indústria 4.0 nos processos logísticos internos. O modelo foi aplicado e, como resultado, verificou-se que o modelo proposto fornece às empresas a oportunidade de identificar deficiências em suas operações logísticas, por meio dos resultados das análises das variáveis. Adicionalmente, o modelo contribui para identificação de oportunidades de melhoria nas atividades da logística interna, utilizando variáveis importantes relativas ao conceito Indústria 4.0 e permite ainda verificar que níveis de preparo diferentes poderão ser identificados mesmo entre divisões da mesma empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Logística Interna, Modelos de Preparo e/ou Maturidade, Indústria 4.0, Logística Interna 4.0.

Abstract

For companies to remain competitive, it is essential that they implement technological innovations such as those presented by the Industry 4.0 concept, which is the sum of innovations, derived and implemented in a value chain to address the trends of digitization, autonomous decision making, transparency, mobility, modularization, network collaboration and the socialization of products and processes. Within manufacturing itself, one important process for the company operations is the internal logistics, responsible for the structured flow of materials inside the company. With the application of technologies belonging to the Industry 4.0 concept, in logistics activities, companies can achieve reductions in operating costs, improve the quality and velocity of information transmission, mitigate the whip effect and improve the traceability of components. However, for an adequate concept implementation, it is suggested that companies make a diagnosis of their operation models, through the use of readiness/maturity level assessment models. But, it is not found in the literature a model that assess the level of companies readiness, in relation to the internal logistics activities. Thus, the objective of this paper is to develop a readiness assessment model of manufacturing companies for the implementation of the Industry 4.0 concept in the internal logistics processes. As a result, it is observed that the proposed model provides companies with the opportunity to identify deficiencies in their logistics operations, through the results of the analysis variables, contributes to identify improvement opportunities in internal logistics activities, using important variables related to Industry 4.0 concept and allows to verify that different readiness levels can be identified even between divisions of the same company.

KEYWORDS: *Internal Logistics, Readiness or Maturity Models, Industry 4.0, Internal Logistics 4.0.*

SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE QUADROS.....	X
1. INTRODUÇÃO:	1
1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	5
1.3. DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	5
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	6
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1. INDÚSTRIA 4.0.....	7
2.1.1. SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS	11
2.1.2. INTERNET DAS COISAS E INTERNET DE SERVIÇOS.....	17
2.1.3. OBJETOS INTELIGENTES.....	22
2.1.4. BIG DATA	26
2.2. LOGÍSTICA	35
2.2.1. ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA	38
2.2.2. EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIAS DA LOGÍSTICA INTERNA.....	40
2.2.3. LOGÍSTICA INTERNA NO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0	44
2.3. MODELOS DE MATURIDADE E/OU PREPARO PARA A INDÚSTRIA 4.0	48
2.3.1. ANÁLISE DOS MODELOS	52
2.3.2. COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS APRESENTADOS.....	67
2.4. ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	68
3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	72
3.1. ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE AVALIAÇÃO	73
3.1.1. SELEÇÃO DOS MODELOS PARA REFERÊNCIA E DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES PARA AVALIAÇÃO (ETAPA 2).....	73
3.1.2. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE AVALIAÇÃO (ETAPA 5).....	89
4. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO.....	92
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	92
4.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS-DIVISÃO DE GRUPOS GERADORES (ETAPA 5)	93
4.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS-DIVISÃO DE TRATORES (ETAPA 5)	100
4.4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS-DIVISÃO DE CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS (ETAPA 5)	106
5. CONCLUSÕES.....	113
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115

ANEXOS.....	132
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES E SUBDIMENSÕES	180

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGV – *Automatic Guided Vehicles.*

ASRS – *Automated Storage and Retrieval System.*

CAI – *Customer Aided Inspection.*

CAX – *Customer Aided Technologies.*

CPS – *Cyber Physical-Systems.*

CRM – *Customer Relationship Management.*

EDI – *Electronic Data Interchange.*

ERP – *Enterprise Resource Planning.*

IoS – *Internet of Services.*

IoT – *Internet of Things JIT – Jus-In-Time.*

MDMS – *Master Database Management System.*

MES – *Manufacturing Execution System.*

MRP – *Manufacturing Resource Planning.*

NAS – *Network Attached Storage.*

PDM – *Product Data Management.*

PIB – *Produto Interno Bruto.*

PLM – *Product Lifecycle Management.*

QMS – *Quality Management System.*

RFID – *Radio Frequency Identification.*

ROI – *Return On Investments.*

SCM – *Supply Chain Management.*

TI – *Tecnologia da Informação.*

TPM – *Total Productive Maintenance.*

WMS – *Warehouse Management System.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REDE INTEGRADA DA MANUFATURA NA INDÚSTRIA 4.0 (FONTE: ADAPTADO DE VDE, 2014)	9
FIGURA 2 – ARQUITETURA 5C PARA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS (FONTE: ADAPTADO DE LEE; BAGHERI; KAO, 2015).....	15
FIGURA 3 – MAPA COM CONCEITO DOS SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS (FONTE: ADAPTADO DE WANG; TORNGREN; ONORI, 2015).....	17
FIGURA 4 – FIGURA 4 – ESCOPO DA LOGÍSTICA (ADAPTADO DE BALLOU, 2006)	36
FIGURA 5 – ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA (ADAPTADO DE LIMA <i>ET AL.</i> , 2017).....	38
FIGURA 6 – CINCO ÁREAS FUNCIONAIS DO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0 APLICADAS À LOGÍSTICA (ADAPTADO DE SCHIEMANN, 2016).....	47
FIGURA 7 – PROCEDIMENTO DE TRÊS PASSOS PARA AVALIAR A MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).....	53
FIGURA 8 – PROPOSTA DA ESTRUTURA DO MODELO DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017)....	56
FIGURA 9 – DIMENSÕES DE CAPABILIDADE DO MODELO DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).....	58
FIGURA 10 – NÍVEIS DE CAPABILIDADE DO MODELO DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).....	58
FIGURA 11 – SEIS DIMENSÕES E DEZOITO ITENS PARA MEDIÇÃO DO PREPARO PARA A INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE LICHTBLAU <i>ET AL.</i> , 2015).....	60
FIGURA 12 – CLASSIFICAÇÃO DAS EMPRESAS DE ACORDO COM SUAS AVALIAÇÕES DO NÍVEL DE PREPARO RELATIVO AO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE LICHTBLAU <i>ET AL.</i> , 2015).....	61
FIGURA 13 – DIMENSÕES E OS RESPECTIVOS NÍVEIS DE MATURIDADE REFERENTE AO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE PWC, 2016).	64
FIGURA 14 – MODELO DE MATURIDADE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE ACATECH, 2017).	65
FIGURA 15 – ESTÁGIOS DE MATURIDADE OU PREPARO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE ACATECH, 2017).	66
FIGURA 16 – ABORDAGEM METODOLÓGICA.	73
FIGURA 17 – CONSTRUÇÃO DAS DIMENSÕES DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO.	78
FIGURA 18 – ILUSTRAÇÃO DAS INTEGRAÇÕES/INTERCONNECTIVIDADES DAS DIMENSÕES E SUBDIMENSÕES DO MÉTODO.	86

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – ELEMENTOS-CHAVE PARA O GERENCIAMENTO LOGÍSTICO (ADAPTADO DE ISLAM, 2013)	36
QUADRO 2 – TECNOLOGIAS DA LOGÍSTICA E SUAS APLICAÇÕES	43
QUADRO 3 – BUSCA SISTEMÁTICA NA LITERATURA RELATIVA AOS MODELOS DE MATURIDADE PARA APOIO DA IMPLANTAÇÃO DO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0 NAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA.....	49
QUADRO 4 – BUSCA SISTEMÁTICA NA LITERATURA DOS MODELOS DE MATURIDADE PARA APOIO DA IMPLANTAÇÃO DO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0 NAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA.....	50
QUADRO 5 – DOCUMENTOS SELECIONADOS POR SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016 E GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017	51
QUADRO 6 – DIMENSÕES E EXEMPLOS DE ITENS DE MATURIDADE (ADAPTADO DE SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).....	53
QUADRO 7 – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA ANÁLISE DE LACUNAS (ADAPTADO DE GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).....	54
QUADRO 8 – ANÁLISE DE MODELOS DE MATURIDADE EXISTENTES NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).....	55
QUADRO 9 – DIMENSÕES DE ASPECTO E CAPABILIDADE PARA A INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).....	57
QUADRO 10 – QUANTIDADE DE QUESTÕES POR DIMENSÕES.....	60
QUADRO 11 – CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE PREPARO DE ACORDO COM AS SEIS DIMENSÕES DO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE LICHTBLAU <i>ET AL.</i> , 2015).	62
QUADRO 12 – DIMENSÕES PARA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DAS EMPRESAS REFERENTE AO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0 (ADAPTADO DE PWC, 2016).....	63
QUADRO 13 – ANÁLISE COMPARATIVA DOS DEZ MODELOS APRESENTADOS.....	68
QUADRO 14 – MODELOS DE AVALIAÇÃO/MATURIDADE SELECIONADOS COMO APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO MODELO.	74
QUADRO 15 – MODELOS DE AVALIAÇÃO/MATURIDADE EXCLUÍDOS DA PESQUISA.....	74
QUADRO 16 – DIMENSÕES DOS MODELOS DE AVALIAÇÃO/MATURIDADE.....	75
QUADRO 17 – DIMENSÕES E SUBDIMENSÕES DO MODELO DE SCHUMACHER, EROL E SIHN, 2016.	76
QUADRO 18 – DIMENSÕES E SUBDIMENSÕES DO MODELO DE GÖKALP, ŞENER, E EREN, 2017.....	76
QUADRO 19 – DIMENSÕES E SUBDIMENSÕES DO MODELO DE LICHTBLAU ET AL., 2015.	77
QUADRO 20 – DIMENSÕES E SUBDIMENSÕES DO MODELO PWC, 2016.....	77
QUADRO 21 – DIMENSÕES E SUBDIMENSÕES DO MODELO ACATECH, 2017.	78
QUADRO 22 – NÍVEIS DE MATURIDADE OU PREPARO UTILIZADOS NOS MODELOS.....	78
QUADRO 23 – DIMENSÕES PARA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA.	81
QUADRO 24 – SUBDIMENSÕES DE APOIO PARA AVALIAÇÃO DO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0.....	82

QUADRO 25 – SUBDIMENSÕES E VARIÁVEIS DE ANÁLISE PARA AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	84
QUADRO 26 – SUBDIMENSÕES E VARIÁVEIS DE ANÁLISE PARA AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA.....	85
QUADRO 27 – SUBDIMENSÕES E VARIÁVEIS DE ANÁLISE PARA AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	86
QUADRO 28 – SUBDIMENSÕES E VARIÁVEIS DE ANÁLISE PARA AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO.....	87
QUADRO 29 – CONTRIBUIÇÃO DOS ENTREVISTADOS EM CADA UMA DAS DIMENSÕES.....	93
QUADRO 30 – SUBDIMENSÕES RECEBIMENTO DE MATERIAIS, GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO DE MATERIAIS, ARMAZENAGEM, COLETA DE MATERIAIS E EXPEDIÇÃO.....	96
QUADRO 31 – SUBDIMENSÃO EMBALAGEM.....	96
QUADRO 32 – SUBDIMENSÕES RECEBIMENTO DE MATERIAIS, GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO DE MATERIAIS, ARMAZENAGEM, COLETA DE MATERIAIS E EXPEDIÇÃO.....	102
QUADRO 33 – SUBDIMENSÃO EMBALAGEM.....	102
QUADRO 34 – SUBDIMENSÕES RECEBIMENTO DE MATERIAIS, GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO DE MATERIAIS, ARMAZENAGEM, COLETA DE MATERIAIS E EXPEDIÇÃO.....	108
QUADRO 35 – SUBDIMENSÃO EMBALAGEM.....	108

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	94
GRÁFICO 2 – INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA	95
GRÁFICO 3 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	97
GRÁFICO 4 – INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO	98
GRÁFICO 5 – RESULTADO DAS VINTE E DUAS SUBDIMENSÕES	99
GRÁFICO 6 – RESULTADOS DAS QUATRO DIMENSÕES.	99
GRÁFICO 7 – ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	100
GRÁFICO 8 – INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA	101
GRÁFICO 9 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	103
GRÁFICO 10 – INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO	104
GRÁFICO 11 – RESULTADO DAS VINTE E DUAS SUBDIMENSÕES	105
GRÁFICO 12 – RESULTADOS DAS QUATRO DIMENSÕES	105
GRÁFICO 13 – ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	106
GRÁFICO 14 – INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA	107
GRÁFICO 15 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.	109
GRÁFICO 16 – INTEGRAÇÃO ENTRE AS TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO	110
GRÁFICO 17 – RESULTADO DAS VINTE E DUAS SUBDIMENSÕES.....	111
GRÁFICO 18 – RESULTADOS DAS QUATRO DIMENSÕES.	111

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo inicial contextualiza o conceito da Indústria 4.0 como uma das estratégias adotadas pelas empresas que visam à obtenção de vantagens competitivas por meio da evolução tecnológica, especificamente nas atividades da logística interna. Destaca também, a importância do desenvolvimento de um modelo para que se avalie o nível de preparo das empresas com relação aos conceitos da Indústria 4.0, pois ainda existe uma lacuna na literatura referente à verificação do estado atual das empresas e onde elas devem chegar para alcançar o conceito Indústria 4.0 na logística interna. Apresenta, ainda, a importância e justificativa deste trabalho, seu objetivo, as delimitações e sua estrutura.

1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para que as empresas se mantenham competitivas, é essencial que implantem as inovações tecnológicas as quais surgem frequentemente nos vários setores da indústria. Uma das inovações, que vêm ganhando ênfase nos últimos anos, é a Indústria 4.0, que consiste na soma de inovações, derivadas e implementadas em uma cadeia de valor para endereçar as tendências de digitalização, tomada de decisão autônoma, transparência, mobilidade, modularização, colaboração em rede e a socialização de produtos e processos (PFOHL; YAHSI; KURNAZ, 2015).

O termo “Indústria 4.0” refere-se à 4ª revolução industrial, cuja inovação tecnológica está alicerçada no rápido avanço dos meios de comunicação e informação entre os processos produtivos, empresas e cadeias de suprimentos (ANDERL *et al.*, 2015). Esse termo surgiu pela primeira vez em 2011, na Alemanha, e tem construído a base das principais ideias sobre a Indústria 4.0 (KAGERMANN; LUKAS; WAHLSTER, 2011).

A Indústria 4.0 é descrita como um conceito que abrange tecnologias como a Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*), *Big Data*, sistemas físico-cibernéticos (*Cyber-Physical Systems* – CPS), objetos inteligentes, sistema de

identificação como o RFID (*Radio Frequency Identification*), inteligência artificial e a logística inteligente, as quais são derivadas e implementadas em uma cadeia de valor, com o objetivo de criar uma integração horizontal de redes digitais e uma integração vertical dessas redes com os sistemas de manufatura (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; ANDERL, 2014; PRAUSE, 2015; STRANDHAGEN *et al.*, 2016).

Por meio da aplicação dessas tecnologias, as empresas podem ganhar mais flexibilidade, robustez e elevado padrão de qualidade no planejamento e na manufatura, pois elas são consideradas alguns dos elementos de apoio desse novo conceito de indústria (ACATECH, 2013; STRANDHAGEN *et al.*, 2016).

De forma macro, a Indústria 4.0 é considerada um conceito baseado no estabelecimento de fábricas inteligentes, produtos inteligentes, processos inteligentes, componentes inteligentes e serviços inteligentes (ADOLPHS *et al.*, 2015; STOCK; SELIGER, 2016).

Nas empresas que já iniciaram a jornada para a implantação do conceito Indústria 4.0, espera-se um aumento de 20% de suas receitas e uma redução de 18% nos seus custos pelos próximos cinco anos (PWC, 2016). Algumas empresas realizaram uma análise em dois dos elementos que compõem o conceito Indústria 4.0, que são a integração e digitalização de suas cadeias e processos. A maioria (70%) considera que alcançarão níveis avançados, nesses elementos, em 2020 (GEISSBAUER; VEDSO; SCHRAUF, 2016).

Com a implantação do conceito Indústria 4.0, também poderão ser observados ganhos nos processos logísticos, como nos níveis de inventário, no transporte de componentes, e no rastreamento dos componentes em tempo real (SHANG *et al.*, 2013; BABAK *et al.*, 2014; WAN; CAI; ZHOU, 2015).

Os processos logísticos são reconhecidos por sua importância estratégica nas empresas, pois representam cerca de 12% do produto interno bruto mundial (BALLOU, 2004). Em países como Estados Unidos, Japão, China e em alguns países europeus, estes custos variam de 7% a 18%,

também considerando o produto interno bruto. Portanto, é fundamental que estes processos sejam executados da forma mais eficiente possível, assim como, sigam as tendências inovadoras da indústria (RUAN; WU; WU, 2012).

A relevância dos processos logísticos também pode ser observada diretamente nos resultados das empresas. Esses processos podem representar entre 20% e 50% dos custos operacionais e têm um potencial de impacto direto no nível de serviços aos clientes, pois podem constituir 60% do tempo de ciclo operacional (WOMACK; JONES; ROSS, 1992; BEACH *et al.*, 2000; ANTUNES, 2012; DAI; LEE, 2012).

No âmbito da manufatura em si, um dos processos importantes para a operação da empresa são os processos da logística interna (BALLOU, 2006; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006), responsáveis pelo fluxo estruturado de materiais no interior da empresa (KARANANDE; CHAKRABORTY, 2013). Quando melhorias são implantadas nos processos da logística interna, outras áreas, como produção e qualidade, podem ser beneficiadas (TORRES; XAMBRE, TEIXEIRA, 2016). Esses processos podem demandar até 25% da mão de obra disponível, ocupar até 55% da área da empresa e ter um alto impacto nos custos operacionais, uma vez que podem representar até 87% do tempo de produção, impactando assim de 15% a 70% no custo total da manufatura (TOMPKINS *et al.*, 2010). Portanto, sua otimização é necessária.

Existem várias maneiras de alcançar melhorias na eficiência da logística interna, como, por exemplo, por meio do uso de ferramentas avançadas de TI, como *softwares* e *hardwares* embarcados, aquisição de novos equipamentos, aplicação da metodologia *Lean*, e com a atualização tecnológica de seus equipamentos e processos, tanto no meio físico, quanto no virtual, trazendo ganhos nos fluxos de materiais e de informações (BERTOLINI *et al.*, 2012; BERTOLINI *et al.*, 2012, BOTTANI; VIGNALI, 2014; DORNHOFER; SCHRODER; GUNTNER, 2016; TIMM; LORIG, 2015).

Com a aplicação de tecnologias, como AGVs (*Automatic Guided Vehicles*), Internet das Coisas (*IoT – Internet of Things*) e sistemas físico-

cibernéticos (*CPS – Cyber-Physical Systems*) às atividades logísticas, as empresas podem alcançar uma redução de até 30% dos custos operacionais. O uso da Internet das Coisas pode, por exemplo, melhorar a qualidade e velocidade de transmissão das informações, mitigar o efeito chicote e melhorar a rastreabilidade dos componentes (TOMPKINS *et al.*, 2010; KARANANDE; CHAKRABORTY, 2013; ANTUNES, 2012; DAI; LEE, 2012; FLUGEL; GEHRMANN, 2009; YAN; HUANG, 2009; ZHENGXIA; LAISHENG, 2010; ROBLEK; MESKO; KRAPEZ, 2016).

Com isso, os processos logísticos convencionais passam a atuar no contexto da Indústria 4.0, de modo que esse novo modelo da logística é chamado por alguns autores como logística inteligente (*smart logistics*) ou logística 4.0. Nesse novo modelo de operação, espera-se que as atividades da logística sejam autônomas e auto-organizáveis, como apoio às atividades de toda a cadeia de suprimentos (KAWA, 2012; TIMM; LORIG, 2015).

Assim, as tecnologias da Indústria 4.0 podem auxiliar no aumento da eficiência e consequente melhoria das atividades da logística interna, sendo importante que as empresas dediquem parte de seus recursos no desenvolvimento e aplicação dessas tecnologias (PFOHL; YAHSI; KURNAZ, 2015; HANDFIELD *et al.*, 2013).

Porém, as empresas vêm enfrentando problemas relativos à implantação do conceito Indústria 4.0, pois não conseguem relacioná-lo as suas estratégias de negócio, além de enfrentar também dificuldades para determinar seu estado de desenvolvimento perante à Indústria 4.0, impossibilitando que identifiquem campos de ação (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016). Para isso, alguns autores e empresas sugerem a utilização de modelos de avaliação do nível de preparo ou maturidade, com relação à implantação desse conceito.

A PWC (2016) e Lichtblau *et al.* (2015), por exemplo, possuem ferramentas *on-line* para que as empresas realizem uma avaliação macro de seu estado atual. Já Lanza *et al.* (2016), Rockwell Automation (2014), FH Oberösterreich (2015) e Schumacher, Erol e Sihm (2016), propõem a

construção de modelos de avaliação que realizam uma análise de forma macro, relativa ao estado atual das empresas. A ACATECH (2017) desenvolveu um índice que auxilia as empresas no aprimoramento de suas próprias ferramentas de avaliação, porém, esse índice também sugere o desenvolvimento de ferramentas de níveis macro.

Portanto, antes que as empresas dediquem parte de seus investimentos, ou iniciem mudanças profundas em suas estratégias, é necessário que utilizem um modelo de avaliação para que possam identificar o seu estado atual (*as-is*) e quais seriam os requisitos para atingir o estado futuro (*to-be*), com relação ao conceito Indústria 4.0. No entanto, não se encontra na literatura um modelo que permita avaliar o nível de preparo das empresas de manufatura para implantação desse conceito nas atividades da logística interna. Os modelos existentes contemplam ferramentas que avaliam as empresas de forma macro, e nenhum deles avalia as atividades da logística interna.

1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um modelo para avaliação do nível de preparo das empresas de manufatura para implantação do conceito Indústria 4.0 nos processos logísticos internos.

Os objetivos específicos são identificar os conceitos e tecnologias relativos à Indústria 4.0, assim como, analisar quais destes conceitos e tecnologias são aplicáveis e/ou adaptáveis aos processos da logística interna de empresas de manufatura.

1.3. DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O trabalho concentra-se na proposição de um modelo de avaliação do nível de preparo da logística interna em empresas de manufatura ao conceito Indústria 4.0. Trata-se, portanto, da construção de uma ferramenta para diagnóstico.

O modelo proposto tem o objetivo de auxiliar as empresas a realizarem um diagnóstico referente ao nível tecnológico dos recursos utilizados, nas

atividades da logística interna, de modo que identifiquem as lacunas tecnológicas (quando houver) e coloquem em seu planejamento estratégico os investimentos necessários para atingir o conceito Indústria 4.0, na logística interna.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 5 capítulos, incluindo este capítulo introdutório, que contextualiza o tema, explica a importância e justificativa do trabalho, delimita o escopo do estudo e destaca o objetivo geral e os objetivos específicos.

O capítulo 2 apresenta o levantamento teórico-conceitual, utilizado como apoio para o desenvolvimento do conceito Indústria 4.0, abordando suas principais tecnologias, a importância da logística interna para as empresas e seu formato no conceito Indústria 4.0; identifica os modelos existentes que propõem a avaliação do nível de maturidade ou preparado do conceito Indústria 4.0, e, por fim, apresenta uma análise da estratégia, cultura e estrutura organizacional como apoio a implantação desse conceito.

O capítulo 3 apresenta a metodologia de pesquisa e os procedimentos para o desenvolvimento do modelo de avaliação, além da seleção dos modelos utilizados como apoio ao seu desenvolvimento, detalhando o conceito e as etapas de sua construção. Apresenta, ainda, uma aplicação do modelo às atividades da logística interna de três setores de uma empresa de manufatura, de modo a demonstrar sua aplicabilidade, discutindo os resultados encontrados e fazendo uma análise de sua utilização. O capítulo 4 apresenta as conclusões do trabalho e sugestões para pesquisas futuras. O capítulo 5 identifica as referências bibliográficas utilizadas durante o desenvolvimento do trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é realizada uma revisão teórico-conceitual referente ao conceito Indústria 4.0, logística e suas atividades internas e tecnologias intrínsecas, modelos de maturidade e/ou preparo para a Indústria 4.0, e à estratégia, cultura e estrutura organizacional das empresas para a implantação do conceito Indústria 4.0.

2.1. INDÚSTRIA 4.0

O conceito Indústria 4.0, bem com suas principais ideias, foi publicado pela primeira vez em 2011 por Kagermann, e vem sendo utilizado até hoje por pesquisadores e indústrias. Esse conceito tornou-se uma iniciativa do governo alemão como parte do plano de ação, para 2020, da estratégia de alta tecnologia. Estratégias similares foram propostas em países como os Estados Unidos e China, e também por organizações que utilizam conceitos como Internet Industrial; Internet +, Manufatura Avançada, Indústria Integrada, Indústria Inteligente, e Manufatura Inteligente. (DAIS, 2014; DAVIS *et al.*, 2012; WIESMÜLLER, 2014; BÜRGER; TRAGL, 2014; MARIO; TOBIAS; BORIS, 2015; KAGERMANN; LUKAS; WAHLSTER, 2011; ACATECH; 2013; IICONSORTIUM, 2014; LI, 2015).

Para que se desenvolva o conceito Indústria 4.0, necessita-se de tecnologias que formem a base, nas organizações, de modo que alcancem esse novo conceito de indústria. Dentre essas tecnologias, os sistemas físico-cibernéticos (*Cyber-Physical Systems – CPS*), a Internet das Coisas e Internet de Serviços (*Internet of Things – IoT and Internet of Services – IoS*), objetos inteligentes e a *Big Data* são consideradas importantes tecnologias de apoio à Indústria 4.0 (ANDERL, 2015; LASI *et al.*, 2014).

A utilização dessas tecnologias, de forma integrada, e no conceito Indústria 4.0, estabelece a base para a formação das fábricas inteligentes, produtos inteligentes, processos inteligentes e serviços inteligentes (KAGERMANN; LUKAS; WAHLSTER, 2015).

O conceito Indústria 4.0 subdivide as integrações entre fábricas, componentes, processos e tecnologias em três níveis: integração vertical, integração horizontal e integração de ponta a ponta (*end-to-end*) do ciclo de vida do produto (PLATTFORM INDUSTRIE 4.0, 2015, ACATECH, 2015; VDI/VDE-GMA, 2015)

Na integração vertical, ocorre a integração de diferentes sistemas da tecnologia da informação, em diferentes níveis hierárquicos de um sistema de produção (atuadores e sensores, controladores e gerenciadores da produção). Já a integração horizontal integra vários sistemas de TI para o suporte e/ou execução de diferentes processos (manufatura, logística, marketing, engenharia e serviços) tanto dentro, como além dos limites de uma empresa. E a integração de ponta a ponta do ciclo de vida do produto corresponde a uma digitalização e cruzamento inteligentes ao longo de todas as fases do ciclo de vida do produto, desde a aquisição da matéria prima, até o fim da vida do produto (ACATECH, 2015).

Um dos principais objetivos do conceito Indústria 4.0 é a disponibilidade de todos os dados relevantes ao longo de todo o ciclo de vida de um produto. Por essa razão, as soluções de gerenciamento das operações de fabricação, precisarão utilizar dados aprimorados, antes do estágio de produção real, bem como transmitir todos os dados gerados ou gravados ao longo do processo produtivo, nas seguintes dimensões da cadeia de valor: produto, fábrica, tecnologia e pedidos, conforme ilustrado na Figura 1 (ZVEI, 2017).

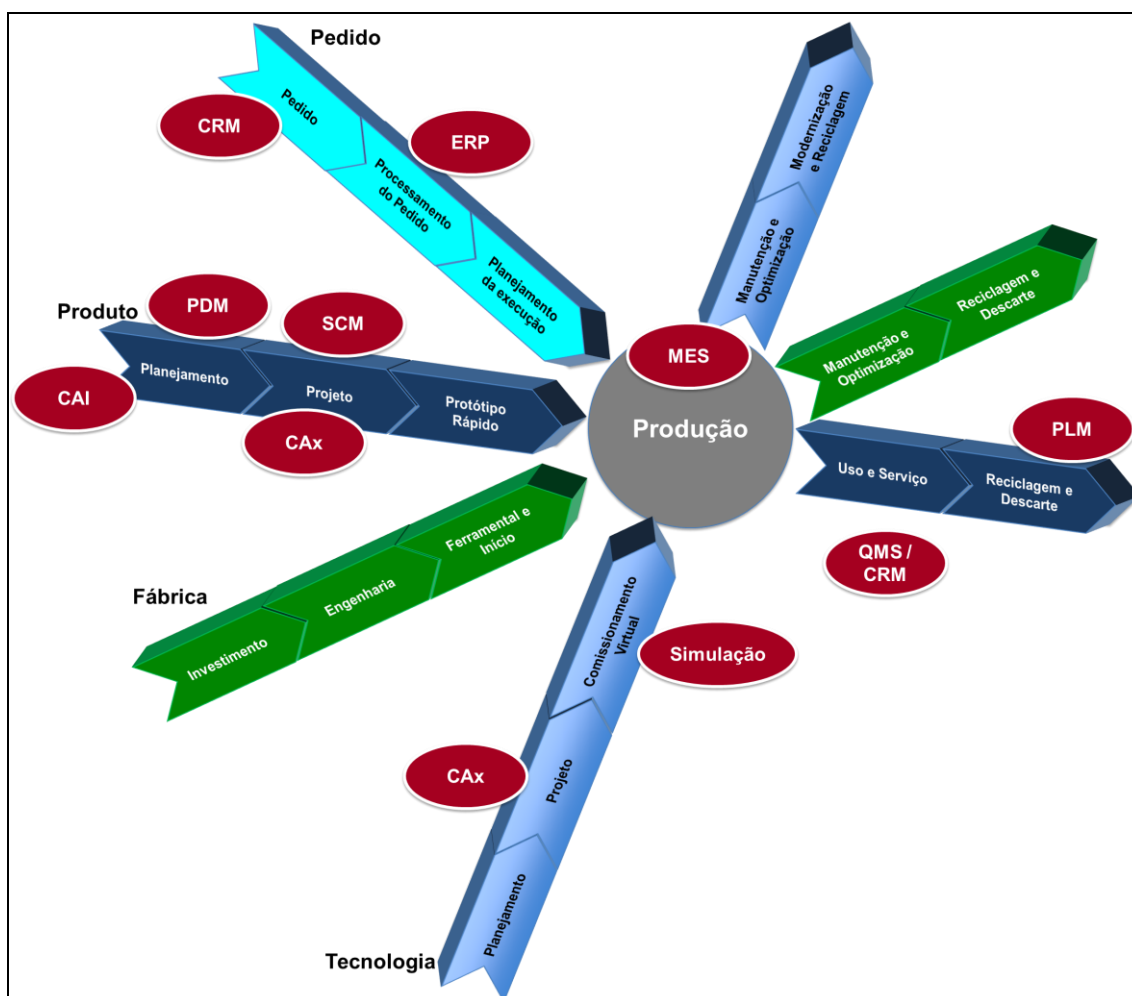


Figura 1 – Rede integrada da manufatura na Indústria 4.0 (Fonte: Adaptado de VDE, 2014).

Todas as etapas dessas quatro dimensões (produto, fábrica, tecnologia e pedidos), estão interligadas ao tempo real em que o produto é manufaturado, e são controladas por várias ferramentas digitais como *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Manufacturing Execution System* (MES), *Customer Relationship Management* (CRM), *Product Data Management* (PDM), *Supply Chain Management* (SCM), *Computer Aided Inspection* (CAI), *Computer Aided Technologies* (CAx), *Simulação*, *Quality Management System* (QMS) e *Product Lifecycle Management* (PLM). As três integrações do conceito Indústria 4.0 (vertical, horizontal e de ponta a ponta), visam à integração perfeita de todas essas ferramentas, transformando a fábrica convencional em uma fábrica inteligente (VDE, 2014).

Por meio dessas integrações e aplicação das tecnologias, a Indústria 4.0 tem como estratégia explorar a inovação e o potencial econômico resultantes do rápido avanço dos sistemas de informação e comunicação nas indústrias. Com isso, o principal objetivo desse conceito está em melhorar a cadeia de valor em todas as fases do ciclo de vida do produto, organizando e controlando os processos e redes que geram valor, de modo a criar um novo modelo de negócio, adaptando as empresas aos novos formatos de competitividade (ANDERL, 2015).

Com a implantação do conceito Indústria 4.0, espera-se que as empresas obtenham benefícios relacionados ao ganho de eficiência no consumo de energia e na utilização de recursos, aumento da produtividade, implantações rápidas de inovações, e uma integração em tempo real com o mercado. Outros benefícios estão no aumento da flexibilidade das empresas, na automatização da tomada de decisão e também na capacidade de retenção e compartilhamento do conhecimento (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; ACATECH, 2015).

No setor industrial, estima-se que o conceito Indústria 4.0 trará benefícios como um aumento de 20% na receita das empresas, até 2020, reduções anuais dos custos operacionais de 3,6% e, conseqüentemente, um aumento na eficiência de 4,1% anualmente, até 2020 (PWC, 2016).

Mesmo com todos os benefícios, a implantação do conceito Indústria 4.0 terá vários desafios até que seja totalmente difundido. Esses desafios estão exatamente nas mudanças propostas pelo conceito, como (ACATECH, 2015; ANDERL, 2015; PWC, 2016):

- a individualização dos produtos;
- o desenvolvimento de um fluxo digital em todo o ciclo de vida dos componentes,
- a alta adaptabilidade dos processos da manufatura;

- e, posteriormente, a implantação do conceito, a segurança da informação, uma vez que toda informação dos componentes e processos deverão estar disponíveis para todos os parceiros da cadeia;
- a implantação de forma homogênea de todas as tecnologias em todos os processos da cadeia;
- e o preparo da força de trabalho, uma vez que todo o modelo da indústria será alterado.

2.1.1. SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS

O termo “sistemas físico-cibernéticos” (*Cyber-Physical Systems – CPS*) foi utilizado pela primeira vez em 2006 por Helen Gill, na Fundação Nacional de Ciências dos Estados Unidos, que classificou os CPS como uma das tecnologias do futuro. Já outros autores, acreditam que os CPS são apenas uma evolução da eletrônica e da comunicação embarcada (LEE, 2010; TORNGREN *et al.*, 2014).

De modo geral, os sistemas físico-cibernéticos são definidos como o trabalho em conjunto de computadores e sistemas físicos, de forma que computadores embarcados controlam os processos físicos, necessariamente com um processo de retorno de respostas (*feedback*) entre ambos, onde os processos físicos afetam os computacionais e vice-versa (LEE, 2015).

Assim, para que os CPS sejam implantados de forma completa, Gunes *et al.* (2014) afirmam que, de maneira macro, quatro elementos são fundamentais. O primeiro deles é o elemento físico que será controlado e/ou monitorado. Então deve-se estabelecer os elementos cibernéticos, que são compostos pelos computadores e *softwares*, e possibilitarão que elementos físicos se tornem inteligentes. Posteriormente, têm-se as redes de comunicação, fazendo com que esses elementos físicos se comuniquem entre si e com o ambiente. Por fim, têm-se os sensores e atuadores embarcados, tanto no elemento físico quanto no ambiente, os quais são conhecidos como

elementos de interligação, pois captam e transmitem informações, exercendo uma ação de controle.

Tecnicamente, os CPS consistem em uma ou mais unidades de controle, onde microcontroladores controlam os sensores e atuadores, de modo que realizem a interação das atividades ou processos físicos com as centrais computacionais, gerando, transmitindo e fazendo o melhor uso dos dados, por meio de processos de auto adaptação e de *feedbacks* contínuos para os sistemas, buscando maior valor agregado para a atividade ou processo (JAZDI, 2014).

A partir da definição conceitual e técnica, os CPS podem ser classificados em sete grupos, facilitando seu entendimento referente à definição e aplicação (KLOTZER; PFLAUM, 2015):

- integração: os CPS realizam a integração dos componentes físicos com o mundo virtual, tanto internamente à empresa quanto no contexto fora da organização;
- sensores: os CPS são capazes de realizar o monitoramento físico, em tempo real, por meio do uso de sensores;
- atuadores: os CPS fazem o controle de entidades físicas por meio de atuadores, afetando de maneira ativa o ambiente físico. Essa capacidade é importante, principalmente no contexto da aplicação de robôs;
- informação e processamento de dados: os CPS são responsáveis pelas pré-condições técnicas do processamento de dados e informações. Dessa forma, microcontroladores e microprocessadores são elementos essenciais de tal sistema;
- automação e controle: os CPS operam baseados em suas próprias inteligências (inteligência artificial), sendo capazes de tomadas de

decisão de forma autônoma, fundamentados em instâncias centrais ou regras de decisão para o controle do ambiente físico;

- redes: os CPS possuem a capacidade técnica de se comunicarem e se coordenarem entre si, com outros sistemas de informação e com os usuários dos sistemas;
- adaptabilidade: os CPS são capazes de responder, de forma inteligente, a mudanças dinâmicas, e melhorar suas habilidades baseados em experiências anteriores e em seus conhecimentos pré-programados.

Considerando esses sete grupos, os sistemas físico-cibernéticos formam a base tecnológica para a implantação do conceito Indústria 4.0, pois auxiliam na integração das cadeias de valor, por meio da “*cibernéticalização*” do físico, onde subsistemas físicos, com o auxílio da inteligência embarcada, desenvolvem melhores características de comunicação entre os componentes, com o ambiente cibernético e também com as pessoas. Outro ponto é a “*fisicalização*” do cibernético, em que sistemas dinâmicos (*softwares*) fazem a interface e o *link* com os componentes físicos, representando seus comportamentos ao longo do tempo (ANDERL, 2014; LEE, 2010).

Além das integrações cibernéticas e físicas, os CPS também suportam as integrações verticais e horizontais do conceito Indústria 4.0, pois na integração vertical fornecem um fluxo contínuo de dados digitais, incluindo a transformação apropriada dos dados do planejamento corporativo e operacional, bem como do desenvolvimento de produtos para sistemas de execução de fabricação e controle dos atuadores / sensores. Na integração horizontal, abordam a comunicação entre os sistemas de produção, cruzando, também, toda a comunicação da corporação, passando, por exemplo, pelos níveis de produção entre as unidades de negócio da empresa (ANDERL, 2015).

A partir dessas integrações e funcionalidades, os CPS têm como objetivos específicos (ACATECH, 2011; HERTERICH; UEBERNICKEL; BRENNER, 2015):

- registro direto de dados físicos por meio da utilização de *softwares* que obtêm informações dos sensores e atuadores;
- avaliar e salvar os dados de modo a reagir ativa e reativamente a esses dados, interagindo com ambos os mundos (físico e cibernético);
- conexão entre o físico e o cibernético, utilizando redes globais via comunicação digital;
- utilizar os dados e serviços de disponibilidade global;
- realizar interface multimodal entre sistemas cibernéticos, homem e máquinas e/ou componentes.

E como objetivo estratégico, os CPS podem auxiliar na melhoria dos processos em toda a cadeia de valor, e também nas redes de valor agregado, por meio da operação de comunicação de sistemas inteligentes, produtos inteligentes, logística inteligente e fábricas inteligentes (ANDERL, 2015).

Quando totalmente implantados nas empresas, os CPS podem trazer benefícios como o auxílio no atendimento da demanda do cliente, mediante o monitoramento de parte da produção, realizando a logística em tempo real e fornecendo um serviço mais abrangente ao cliente (ACATECH, 2013; YUE *et al.*, 2015).

Porém, para sua implantação, os CPS enfrentarão desafios com relação às empresas conservadoras, que operam sob margens bem restritas, não permitindo grandes incertezas em níveis estratégicos de suas operações. Outro desafio está relacionado à segurança da informação, uma vez que a comunicação em rede será a base para o funcionamento desses sistemas e

novas regulamentações deverão surgir para evitar danos às propriedades cibernéticas das empresas (WANG; TORNGREN; ONORI, 2015).

Para facilitar a implantação dos CPS, alguns autores propõem um guia, identificando os passos e a sequência de implantação dos processos e tecnologias. Por exemplo, Lee, Bagheri e Kao (2015), sugerem a utilização da arquitetura chamada 5C (*connection, conversion, cyber, cognition and configuration*), conforme a Figura 2.

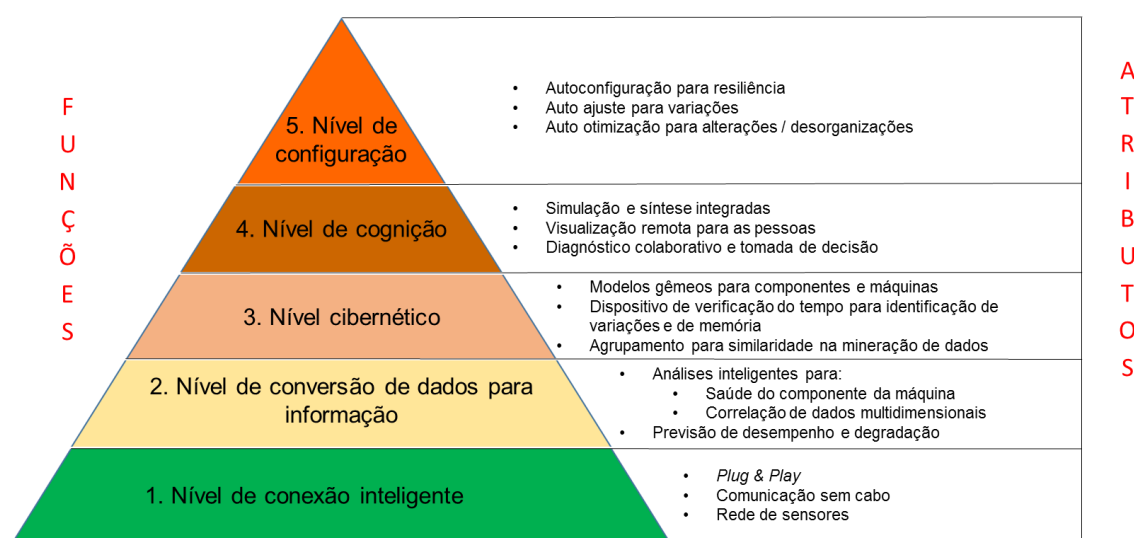


Figura 2 – Arquitetura 5C para implantação dos sistemas físico-cibernéticos (Adaptado de LEE; BAGHERI; KAO, 2015).

A arquitetura 5C apresenta uma clara definição, por meio de um fluxo sequencial, de como os CPS devem ser construídos, desde a aquisição inicial de dados, passando pelas análises dos dados, até a criação final de valor. Este fluxo é subdividido em cinco níveis:

- conexão inteligente: este é o nível de coleta de dados acurados e confiáveis, de máquinas e componentes, por meio de sensores, *softwares* e controladores dos sistemas de manufatura;
- conversão de dados para informação: neste nível, informações importantes devem ser extraídas dos dados, de modo que as máquinas e componentes desenvolvam um autoconhecimento e autodiagnósticos, por meio de análises inteligentes;

- cibernético: o nível cibernético age como uma plataforma central de informações, onde essas informações são coletadas das máquinas e componentes conectados em rede, realizando análise histórica e comparativa de suas eficiências, com o objetivo de eliminar deficiências e prever comportamentos futuros;
- cognição: este nível gera um conhecimento referente ao sistema que está sendo monitorado. Este conhecimento auxilia no processo de decisão e na definição de prioridades do sistema como um todo.
- configuração: neste nível ocorre o processo de *feedback* do espaço virtual para o físico, e inicia a ação de controle supervisorio, de modo que as máquinas e equipamentos se auto configurem e auto adaptem, conforme as necessidades do sistema. Ações como decisões corretivas e preditivas também são tomadas autonomamente neste nível.

Já para Asare *et al.* (2012) e Wang, Torngren e Onori (2015), o desenvolvimento de um mapa (Figura 3), pode representar esquematicamente todo conceito dos CPS, e os passos para a implantação de seus componentes nas empresas, até que se atinja o conceito completo dos sistemas físico-cibernéticos. Nesse mapa, os CPS são apresentados em subsistemas chamados de sistemas de *feedback*, segurança cibernética, ferramentas de *design* aprimoradas / metodologia de projeto e as aplicações.

Como saídas dessas divisões, os CPS apresentam (Asare *et al.*, 2012; Wang, Torngren; Onori, 2015):

- no sistema de feedback: sensores e atuadores em rede e sem fio;
- na segurança cibernética: resiliência, privacidade, e proteção contra intrusos e ataques;
- nas aplicações: as áreas de atuação dos CPS;

- nas ferramentas de *design* aprimoradas / metodologia de projeto: especificações, modelos e análises, modelos híbridos e heterogêneos, gerenciamento da complexibilidade e redimensionabilidade,
- e, por fim, na validação e verificação: a garantia, certificação, simulação e modelos estocásticos.

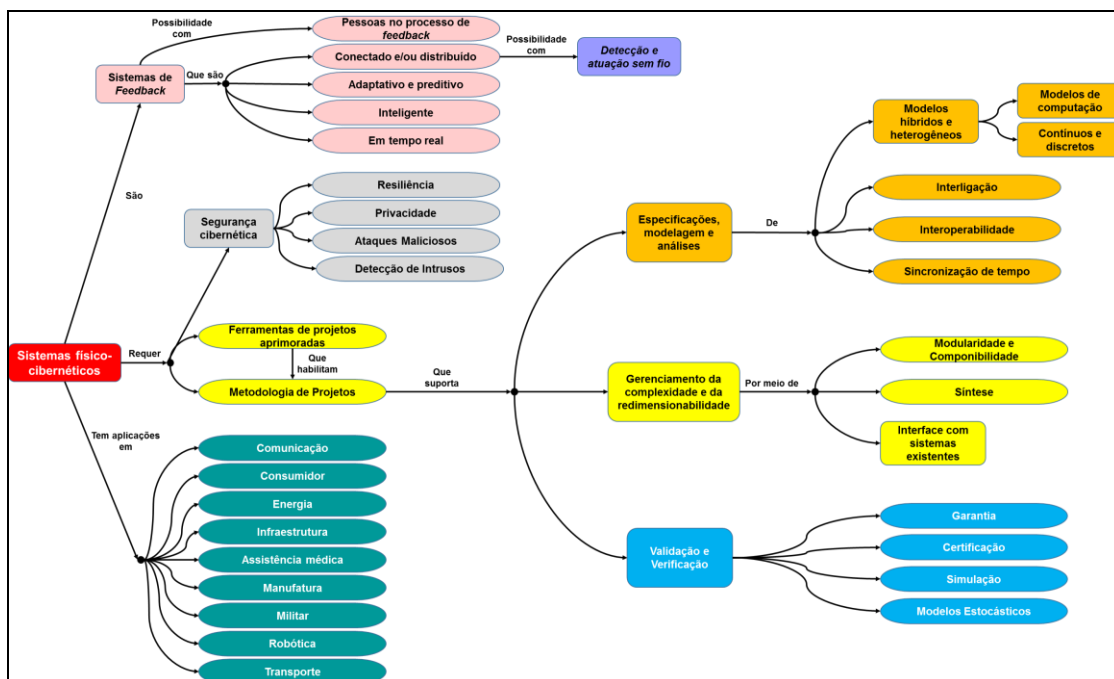


Figura 3 – Mapa com conceito dos sistemas físico-cibernéticos (Adaptado de WANG; TORNGREN; ONORI, 2015).

A partir desse mapa, podem-se citar algumas aplicações dos sistemas físico-cibernéticos em diversos setores e sistemas, como setor automotivo, sistemas aviônicos, saúde, infraestrutura, sistemas de manufatura, transporte, robótica, produção e logística, sistemas de comunicação, setores militares, setores ambientais, sistemas de energia e sistemas de segurança (SANISLAV; MICLEA, 2012; GUNES *et al.*, 2014; TÖRNGREN *et al.*, 2014; ASARE *et al.*, 2012; AHMAD *et al.*, 2016; LEE, 2008; GEISBERGER; BROY, 2014).

2.1.2. INTERNET DAS COISAS E INTERNET DE SERVIÇOS

O termo “Internet das Coisas” (*Internet of Things – IoT*) foi utilizado pela primeira vez em 1999, por Kevin Ashton, cofundador do *Auto-ID Center*,

pertencente ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts – MIT, e tem como definição a interação e interconectividade de objetos, por meio de redes sem fio ou a cabo, mediante ao auxílio de sensores onipresentes, com o objetivo da troca mutua de dados, possibilitando que tecnologias existentes e emergentes se comuniquem entre si e com os seres humanos de forma inteligente e autônoma (GUBBI *et al.*, 2013; HARTMANN; HALECKER, 2015; WORTMANN; FLUCHTER, 2015; WEINBERGER; BILGERI; FLEISCH, 2016; WITKOWSKI, 2017).

Devido a essa interconectividade e interação de objetos, sistemas e pessoas, esse modelo de internet é considerado um pilar importante para o conceito Indústria 4.0, auxiliando na transformação da indústria convencional para a indústria inteligente (*smart factory*) (ANDERL, 2015; WORTMANN; FLUCHTER, 2015).

Além da aplicação na indústria, a Internet das Coisas é vista como inovação tecnológica em diversos setores como transporte, saúde, energia e até mesmo nos modelos de cidades, transformando-as em setores inteligentes (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010; FLEISCH, 2010; VERMESAN *et al.*, 2014).

Para uma aplicação plena, a IoT depende da utilização de outras tecnologias (LEE; LEE, 2015):

- tecnologias de identificação: o sistema de identificação com grande aplicação na indústria, e que pode habilitar a utilização da IoT, é o RFID (*radio frequency identification* – identificação por rádio frequência), pois permite a autoidentificação e a captura de dados de forma automática;
- sensores de rede sem fio: consistem em dispositivos equipados com sensores autônomos, especialmente distribuídos para monitorar condições físicas ou ambientais, e podem cooperar com sistemas RFID para melhor acompanhar o status de objetos, como sua localização, temperatura e movimentos;

- *middleware*: é um *software* que faz a mediação entre *softwares* e demais aplicações, movendo ou transformando informações e dados entre programas de diferentes plataformas, protocolos de comunicação e dependências de sistemas operacionais. Assim, na IoT, o *middleware* realiza a interconectividade entre os *softwares* utilizados pela organização.
- computação em nuvem: é um modelo que refere-se à utilização da memória e da capacidade de armazenamento de computadores e servidores compartilhados e interligados por meio da internet, seguindo o princípio da computação em rede. Na IoT, a computação em nuvem é utilizada para o processamento e armazenagem da enorme quantidade de dados gerados por toda a organização.
- *software* de aplicação: são *softwares* que permitem interações entre dispositivos e também entre homem e dispositivo, de forma confiável e robusta, garantindo que os dados sejam transmitidos e recebidos corretamente e em tempo hábil. Na IoT, além da transmissão de dados, esses *softwares* devem trabalhar de forma inteligente, monitorando o ambiente, identificando problemas, estabelecendo comunicação mútua e potencialmente resolvendo esses problemas, sem a necessidade da intervenção humana.

Por meio da aplicação dessas tecnologias, as empresas podem alcançar bons resultados em vários setores, como na melhoria dos produtos, utilizando o recurso de monitoramento desses produtos no campo, em tempo real, iniciando melhorias antes que as falhas ocorram (YANG; YANG; PLOTNICK, 2013; GOLDENBERG, 2015).

Outro benefício, refere-se à facilidade na coleta de dados, integrando diferentes *softwares* e plataformas, possibilitando o monitoramento em tempo real de todos os processos de manufatura, planejamento de manutenções preditivas, melhorias na qualidade do processo e também otimização no consumo de energia, em que reduções de até 40%, nesse consumo, podem

ser alcançadas. (DUTTA; BOSE, 2015; PAPAKOSTAS; O'CONNOR; BYRNE, 2016).

Nas atividades da logística e da cadeia de suprimentos, a IoT pode trazer melhoria de eficiência, provendo informações detalhadas e em tempo real, por exemplo, de cargas em trânsito, mitigando o efeito chicote, melhorando a rastreabilidade dos componentes e realizando um melhor gerenciamento do inventário (ROBLEK; MESKO; KRAPEZ, 2016; PAPAKOSTAS; O'CONNOR; BYRNE, 2016).

Todos esses benefícios vêm despertando o interesse das empresas em investir nessa tecnologia. Estima-se que, até 2025, as empresas pertencentes ao setor de fabricação e desenvolvimento de tecnologias da IoT, possam gerar uma receita de aproximadamente nove trilhões de dólares, considerando que, mais de sessenta e nove bilhões de componentes estarão conectados. Além disso, um estudo realizado com mais de quatro mil empresas mostrou que, em 2015, 44% de empresas de manufatura não entendiam ou não sabiam sobre a IoT. Já em 2016 este número reduziu para 19% e ainda, 71% dessas empresas já iniciaram, em 2016, investimentos em tecnologias da IoT (HUGHES, 2016).

Estima-se, também, que entre os anos de 2013 e 2022, a aplicação de tecnologias da IoT gerem um valor de aproximadamente quatorze trilhões de dólares, referente ao aumento de receitas e reduções de custos em empresas de manufatura, de varejo, de serviços de informação, financeiras e seguradoras (MCKINSEY, 2015; BRADLEY; BARBIER; HANDLER, 2013).

Mesmo com todas as vantagens e possibilidades que a IoT pode trazer para vários setores, ainda existem desafios a serem trabalhados para sua implantação. Primeiramente tem-se o alto investimento, em infraestrutura e manutenção, voltado a essas tecnologias. Outro ponto, refere-se ao estabelecimento de padrões de conectividade e acesso às informações geradas, transmitidas e recebidas pelas tecnologias da IoT, uma vez que muitas empresas já possuem plataformas e *softwares* já em funcionamento,

porém, que não se comunicam entre si, devido à falta de um padrão para essa comunicação (CHABRIDON *et al.*, 2014; ROMAN; ZHOU; LOPEZ, 2013).

Uma preocupação das empresas está voltada aos processos logísticos, pois existe uma grande variação com relação ao tamanho do objeto, velocidade de movimentação, formato das embalagens e variedade de ambientes, necessitando, assim, de um modelo que auxilie nessas definições (RUAN; WU; WU, 2012).

Existem, ainda, outras preocupações relacionadas à segurança da informação, devido à exposição de uma grande quantidade de dados, levantando questões referentes à privacidade de dados estratégicos das empresas, e também dados privados de clientes (LEE; LEE, 2015).

Junto ao surgimento da IoT, surge a Internet de Serviços (*Internet of Services* – IoS), que possui como base uma arquitetura orientada para serviços, de modo a organizar e gerenciar as plataformas e *softwares* voltados para serviços. (ANDERL, 2015).

Basicamente, todas as tecnologias, benefícios e desafios da IoT estão presentes na IoS, com a diferença que a IoS possui, como ideia principal, a atividade de oferecer e vender serviços, unindo fornecedores e consumidores de maneira autônoma e virtual, desenvolvendo um novo modelo de negócio (WEIDMANN *et al.*, 2011).

Um dos principais objetivos da IoS é apresentar tudo na internet como um serviço, incluindo aplicações de *softwares*, plataformas para desenvolvimento e entrega dessas aplicações, e também toda a estrutura subjacente como redes, locais de armazenagem e unidades centrais de processamento (MORENO-VOZMEDIANO; MONTERO; LLORENTE, 2013).

Dessa forma, todos os serviços tornar-se-ão mais amplos e de fácil acesso, fazendo com que a IoS se torne uma ferramenta lucrativa, e que promova o crescimento das empresas no setor de serviços e em outros setores (FISCHER, 2014).

2.1.3. OBJETOS INTELIGENTES

As fábricas inteligentes são resultantes das tecnologias que formam o conceito Indústria 4.0, bem como das integrações verticais, horizontais, e dos sistemas de fabricação conectados em rede, convergindo o sistema de manufatura convencional em um sistema de produção inteligente. Porém, para que as fábricas inteligentes sejam implantadas, um dos pilares importante é combinação de objetos inteligentes e a *Big Data* (WANG *et al.*, 2016).

Os objetos inteligentes (*Smart Objects*) são definidos como objetos que possuem identificação única, cientes de suas localizações e ambientes, com a possibilidade de prover informações deles mesmos e dos ambientes que estão inseridos. Além disso, são objetos autônomos, equipados com sensores, atuadores e processadores ligados em rede, com tecnologias embarcadas capazes de se comunicar entre si e com os indivíduos que os controlam, de modo que tomem decisões lógicas (LIU; BAIOCCHI, 2016).

Por serem um dos pilares do conceito Indústria 4.0, estima-se que até 2020, mais de cinquenta bilhões de objetos inteligentes estarão conectados com outras tecnologias da Indústria 4.0, como Internet das Coisas e *Big Data* (EVANS, 2011).

Em geral, os objetos inteligentes possuem como características básicas os seguintes atributos (FORTINO *et al.*, 2013; HERNANDEZ; REIFF-MARGANIEC, 2014; GIMENEZ *et al.*, 2014; PUTNIK *et al.*, 2015; NOWAKOWSKI, 2016):

- identificação única: por meio da utilização de tecnologias de identificação como o RFID (*radio frequency identification*);
- capacidade de se comunicar em rede, entre si, com o ambiente e com os indivíduos: para isso, necessita-se de uma interconectividade com *softwares* da IoT e a implantação de *middlewares*, que realizem a interconectividade entre sistemas diferentes, de objetos inteligentes diferentes;

- capacidade de armazenar e processar dados: também por meio de tecnologias como o RFID, *hardwares* e *softwares* embarcados;
- capacidade de tomar decisões: por meio de *hardwares* e *softwares* embarcados;
- capacidade de controlar o ambiente e outros objetos: por meio de *hardwares* e *softwares* embarcados.
- capacidade de interação, no contexto de sistemas de produtos-serviços: por meio de *hardwares* e *softwares* embarcados, com apoio da IoT.

De acordo com a interação que os objetos inteligentes exercem entre si, e com o ambiente, eles podem pertencer a duas classes (RUMINSKI *et al.*, 2016):

- objetos passivos: objetos equipados com uma interface sem fio, fornecendo uma ou duas transmissões direcionais de dados (de forma síncrona ou assíncrona), por exemplo, liga/desliga e lê um valor de parâmetro. Não é possível fornecer parâmetros ao objeto ou consulta-lo.
- objetos ativos: são objetos passivos que possuem atributos de consulta, execução e fornecimento de alguns parâmetros e/ou atividades (por exemplo, ajustar a temperatura para "x"). Adicionalmente, assume-se que muitos objetos "não inteligentes" podem ser transformados em objetos inteligentes, quando incrementados com componentes eletrônicos adicionais. Tais objetos podem ser adicionalmente chamados de objetos ampliados.

Além da interação, os objetos inteligentes podem ser classificados com base em três dimensões de inteligência (GARCIA *et al.*, 2017):

- nível de inteligência: este nível descreve o quanto inteligente um objeto pode ser, e é dividido em três subníveis: manuseio da informação, que consiste na capacidade de o objeto gerenciar a informação reunida por

meio de sensores, leitores, ou por outra técnica; notificação do problema, que é a habilidade do objeto notificar seu dono sob certas condições ou na ocorrência de um evento (como queda de temperatura, princípio de incêndio, etc.); e tomada de decisão, que representa o mais alto nível de inteligência, pois o objeto possui os outros dois níveis (manuseio da informação e notificação do problema), mais a capacidade de tomar decisões por si mesmo;

- localização da inteligência: este nível é formado por três categorias chamadas de inteligência por meio da rede, em que a inteligência depende totalmente de um agente externo, devido à falta de inteligência do objeto; a inteligência no objeto, significa que o objeto pode processar informação por si só, não precisando de apoio de agente externo; e inteligência combinada, que são objetos capazes de utilizar sua própria inteligência, e a inteligência da rede.
- agregação do nível de inteligência: este nível também é formado por três categorias, inteligência no item, no container e inteligência distribuída, e mostra-se útil para objetos compostos por várias peças. Dependendo do nível de agregação, pode-se dizer que o objeto é indivisível ou que cada peça é independente. Na categoria inteligência no item, os objetos são compostos de itens dependentes e capazes de manusear informações, notificações ou decisões. Na categoria inteligência no container, os objetos são capazes de manusear informações, notificações e decisões, e devem conhecer todos os itens que os compõem, com o objetivo de ser utilizado como um servidor entre essas peças e a inteligência e/ou a internet. Esses objetos são capazes, também, de atuar como contêineres de objetos inteligentes, mesmo que sejam removidos alguns de seus componentes (exemplo: uma prateleira inteligente que notifica quando um produto está em falta). Na última categoria, inteligência distribuída, ocorre a fusão das outras duas categorias, de modo que objetos e contêineres possuem inteligência, e podem negociar entre si,

com o objetivo de tomar a melhor decisão para o objeto, baseado em todo o sistema e nas informações dos outros objetos.

No contexto industrial, os objetos inteligentes vêm ganhando cada vez mais atenção por meio de suas aplicações, como no gerenciamento em tempo real das atividades da manufatura. Além do monitoramento em tempo real, os objetos inteligentes podem auxiliar na redução de custos das atividades da manufatura, gerenciando, por exemplo, o uso eficiente de energia, definindo as melhores datas para manutenção dos equipamentos e indicando os melhores fluxos de processos e de materiais, dentro e fora das fábricas (ESPADA *et al.*, 2014; PUTNIK *et al.*, 2015).

Na logística e gestão da cadeia de suprimentos, os objetos inteligentes podem auxiliar no monitoramento dos produtos em cada etapa dos processos, com o objetivo de identificar e evitar problemas como a falta ou atraso de materiais, trabalhar com *kanbans* inteligentes (identificados com RFID), que também auxiliam no controle do inventário e podem, ainda, indicar ações inseguras, como o estoque de materiais em locais incorretos, criando um bloqueio para essa atividade (SAVINO; MAZZA, 2015; PUTNIK *et al.*, 2015; GARCIA *et al.*, 2017).

Apesar de todos os benefícios que os objetos inteligentes podem trazer para os vários setores da indústria, ainda existem desafios para sua implantação completa nas empresas. Esses desafios estão relacionados à segurança da informação, pois o modelo atual de proteções antifraudes cibernéticas não está preparado para vulnerabilidade que esses objetos podem apresentar ao processar e transmitir informações. Existem também os desafios com a própria novidade tecnológica, pois nem todos os *softwares* e *hardwares*, embarcados nos objetos inteligentes, possuem a capacidade de se comunicar com outros *softwares* e *hardwares* que contém protocolos diferentes, além da necessidade de uma abrangência muito mais ampla das conexões de redes sem fio, para que não ocorram interrupções na comunicação ou falhas nos envios e processamentos de dados (ATZORI; LERA; MORABITO, 2014; FORTINO *et al.*, 2014; FORTINO *et al.*, 2014; RUTH; WIRTZ; WEHRLE, 2014).

2.1.4. BIG DATA

Outro pilar importante para que as empresas alcancem o conceito Indústria 4.0 refere-se à *Big Data*. Essa tecnologia proverá o feedback e coordenação dos objetos inteligentes, de modo que atinjam sua máxima eficiência. Além disso, as tecnologias da *Big Data* possibilitarão as integrações horizontais, que são as características de interligações e interconexões entre manufatura, logística e as fases de mercado, e as integrações verticais, que são as características relacionadas às dimensões da *Big Data* como volume, velocidade, variedade, verificação e valor da informação (LEE; KAO; YANG, 2014; WANG *et al.*, 2016; HAUANG; ZHONG; TSUI, 2015; ADDO-TENKORANG; HELO, 2016).

O termo *Big Data* foi utilizado pela primeira vez por dois pesquisadores da NASA, referindo-se ao desafio de visualização e armazenamento para sistemas computacionais com conjunto de dados muito grandes (COX; ELLSWORTH, 1997; ZHONG *et al.*, 2016).

Muitos autores definem a *Big Data* como um conjunto de dados, em que, devido ao tamanho desse conjunto, a capacidade de *softwares* de análise comuns é insuficiente para capturar, armazenar, processar, visualizar, gerenciar, analisar e interpretar todos esses dados, de maneira efetiva (MANYIKA *et al.*, 2011; KAISLER *et al.*, 2013).

A necessidade do uso das tecnologias da *Big Data* ocorreu quando grande parte das empresas verificou que, aproximadamente 95% do enorme volume de dados gerado pela própria empresa, clientes e pelos parceiros de negócio não eram estruturados, e as ferramentas de estruturação e análise da época não eram capazes de estruturar e analisar, com velocidade e qualidade, esse grande volume de dados (GU *et al.*, 2015).

Além da falta de estruturação, outro fator que apontou a necessidade de utilização das tecnologias da *Big Data* refere-se à geração de dados, a qual dobra ano após ano. Os dados que antes eram medidos em *gigabyte* e

terabyte, passaram a ser medidos em *petabyte*, *exabyte* e *zettabyte*, de modo que o *zettabyte*, corresponde a mais de um trilhão de gigabytes. Estima-se que até o final de 2020, mais de 40 *zettabytes* serão gerados em todo o mundo (GANTZ; REINSEL, 2012; MISHRA *et al.*, 2017).

O aumento na geração de dados está diretamente relacionado ao aumento da venda de dispositivos móveis que geram esses dados. A quantidade desses dispositivos conectados poderá ultrapassar a marca de vinte bilhões em 2020 (GARTNER, 2015).

Com isso, a *Big Data* tem como objetivo, em primeiro momento, coletar, armazenar, processar e revisar uma grande quantidade de dados, de modo a identificar quais dados realmente são relevantes, tornando-os disponíveis e visíveis aos tomadores de decisão. Com a inclusão de ferramentas de extração e análise de dados, a *Big Data* objetiva, ainda, realizar uma análise mais profunda dos dados e obter informações com potencial de impacto de nível estratégico para a empresa, pois essas análises podem levar à procura de ideias novas e criativas, e não para uma simples troca de informações, identificando padrões comportamentais, que eventualmente permitam prever o comportamento futuro até certo ponto (SHMUELI; KOPPIUS, 2011; CHEN; CHIANG; STOREY, 2012; WATSON; MARJANOVIC, 2013).

O principal recurso da *Big Data* é a informação, que pode ser dividida em duas categorias: origem da informação e tipo de informação. Na origem da informação, é identificado se a informação origina-se dentro ou fora da empresa, de modo que a *Big Data* permita uma melhor exploração da quantidade crescente de dados, afinal, os sistemas são projetados para incluir todas as fontes de informação disponíveis, independentemente se ela foi originada dentro ou fora do ambiente de negócio. Já o tipo da informação, pode ser diferenciado entre informações explícitas ou implícitas, de forma que a informação explícita está claramente estruturada, como previsões de inventário ou dados de transações, em que o valor da informação é aparente desde o início. Em contraste, as informações implícitas, como leituras de sensores de

equipamentos ou o conteúdo de determinados dispositivos, são bastante intangíveis e latentes (KACHE; SUERING, 2017).

Considerando a variedade de fontes de informação, a *Big Data* pode ser caracterizada por até dez dimensões ou pilares (MANYIKA *et al.*, 2011; SONKA, 2014; NEAGA *et al.*, 2015; GE; JACKSON, 2014; BABICEANU; SEKER, 2016):

- volume: refere-se à grande quantidade de dados gerados;
- variedade: refere-se ao formato dos dados;
- velocidade: aborda a velocidade de transmissão dos dados;
- veracidade: trata da consistência e confiabilidade dos dados;
- volatilidade: considera que todos os dados possuem um ciclo de vida;
- visão: entende que todos os dados devem ser transmitidos por meio de um processo que tenha um propósito, relativo ao destino desses dados, ou seja, uma correlação com os outros dados do processo de destino;
- valor: identifica o propósito dos dados e assegura que esses dados agreguem valor ao processo;
- verificação: considera que os dados devem atender a uma série de especificações do processo no qual serão utilizados;
- validação: considera que os dados gerados devem garantir a transparência de suposições e conexões do processo;
- variabilidade: aborda aspectos referentes à inconsistência de dados, incompletude, ambiguidades, latência e incorreções e aproximações.

Com a caracterização das informações, por meio das dimensões, inicia-se a seleção das tecnologias necessárias para o correto tratamento dos dados. Primeiramente, esse tratamento, com a utilização da *Big Data*, é subdividido em

três fases, pré-processamento, processamento e pós-processamento, e dependendo da fase, define-se a tecnologia que tratará os dados. A partir de então, para seleção das tecnologias, tem-se uma divisão em duas categorias (ZHONG *et al.*, 2016; HASHEM *et al.*, 2015; CHEN; ZHANG, 2014):

- seleção da tecnologia básica, necessária para acelerar o armazenamento e processamento de uma grande quantidade de dados;
- técnicas de análise de dados (específicas do domínio), como a mineração avançada de dados, técnicas de modelagem e simulação, baseadas em computador, ou técnicas progressivas de visualização de dados, que ajudam as empresas a entender a grande quantidade de dados disponíveis.

Para a utilização dessas técnicas, exige-se uma infraestrutura de *hardware* e *software* que explore a tecnologia na primeira categoria. Algumas das tecnologias utilizadas na *Big Data* são o *Apache Hadoop*, *Apache Spark*, *Apache Mahout*, *Map-reduce*, MDMS (*master data-base management system*), *Cloud Computing*, NAS (*network-attached storage*), NoDQL, *Apache Cassandra*, *Pentaho*, *Openstack*, *Cleversafe*, *Amplidata*, *Nirvanix*, *Atmos*. Por meio dessas tecnologias, a *Big Data* pode ser aplicada em diversas áreas como a manufatura, marketing, processos de negócios, ciclo de vida do produto, relacionamento com os clientes, logística e gestão da cadeia de suprimentos (CHEN *et al.*, 2014; O'CONNELL, 2013; ADDO-TENKORANG; HELO, 2016; BABICEANU; SEKER, 2016; ZHANG *et al.*, 2017; ARUNACHALAM; KUMAR; KAWALEK, 2017).

Addo-Tenkorang e Helo (2016) citam alguns exemplos de aplicabilidade das ferramentas da *Big Data* nas atividades das áreas mencionadas anteriormente:

- Computação em nuvem: consiste em uma ferramenta analítica a qual fornece um modelo de análise, em que as soluções podem ser armazenadas em nuvem e consumidas pelos clientes em tempo real.

Para que a ferramenta analítica de computação em nuvem seja funcional, conforme o esperado, vários problemas técnicos devem ser abordados, como gerenciamento de dados, ajuste de modelos, privacidade e qualidade de dados;

- *Master data-base management system (MDMS)*: é uma ferramenta analítica que se concentra no processamento de grandes volumes de dados, que requer métodos eficientes para armazenar, filtrar, transformar e recuperar dados de valor agregado. Essa ferramenta fornece um grupo muito centralizado de sistemas de metadados que processam diferentes aspectos dos dados de valor agregado, armazenados, filtrados, transformados e recuperados para melhorar as tomadas de decisões;
- *Apache Hadoop*: consiste em um sistema escalável, tolerante a falhas, utilizado para armazenamento e processamento de dados. Essa tecnologia permite que grandes dados, sob a forma de conjuntos de dados, sejam capturados, gerenciados e processados por aplicativos de análise, de computadores em geral, dentro de um escopo aceitável de valor agregado;
- *Map-reduce*: é um aplicativo com atributos de gerenciamento e agendamento de recursos, tolerante a falhas, com características de abstração de programação de dados escaláveis. Consiste em um modelo de programação simples, mas poderoso para computação em grande escala, usando uma grande quantidade de grupos de computadores comerciais, para obter processamento e distribuição paralela automática;
- *Apache Cassandra*: é um sistema de gerenciamento de banco de dados, de fonte aberta, com capacidade de analisar grandes quantidades de dados em vários servidores de produtos ou serviços, fornecendo alta disponibilidade sem qualquer ponto de falha. Oferece suporte robusto, abrangendo vários centros de dados, com replicação assíncrona que

permite operações de baixa latência para todos os clientes. O banco de dados *Apache Cassandra* pode ser a escolha correta quando é de grande importância a escalabilidade, alta disponibilidade e autenticidade de dados/informações de valor agregado, sem comprometer o desempenho;

- *Pentaho*: é outra plataforma de *software* para grandes dados. Gera relatórios de grandes volumes de dados estruturados e desestruturados. Pode ser utilizado como uma plataforma analítica de negócios, para dados grandes, com o objetivo de fornecer serviços de fácil acesso, integração, visualização e exploração de dados;
- *Apache Mahout*: essa tecnologia procura fornecer técnicas escaláveis e comerciais de aprendizagem de máquinas para análises de dados inteligentes e em larga escala, para aplicações industriais. Seus algoritmos principais incluem o agrupamento, classificação, mineração de padrões, regressão, redução de dimensão, algoritmos evolutivos e filtragem colaborativa baseada em lotes, executados na plataforma *Hadoop*, por meio do *map-reduce*. Exemplos de grandes empresas que utilizam essa tecnologia incluem a Google, Amazon, Yahoo, IBM, Twitter e Facebook.

Krumeich *et al.* (2014) propõem sete requisitos para o processamento das tecnologias analíticas da *Big Data*:

- fornecer meios escaláveis para espalhar sensores em todos os processos e armazenar dados em processos descritivos e de modelos;
- fornecer meios para detectar e filtrar eventos complexos, a partir de fluxos de dados provenientes de sensores;
- fornecer meios para armazenamento de dados, em tempo real, para correlacionar e analisar fluxos de dados de grandes volumes, referentes às dimensões da *Big Data*;

- fornecer meios para derivar e ajustar continuamente os modelos complexos de previsão, baseados em eventos;
- fornecer meios para criar alertas como respostas aos desvios previstos, dos objetivos planejados de processos, com base em análises calculadas;
- fornecer meios para obter recomendações e decisões automáticas para a mitigação das ações, em qualquer processo;
- fornecer meios para implementar adaptações proativas de processos, com base em recomendações e decisões computadorizadas.

Devido a essas aplicações, a *Big Data* pode trazer vários benefícios para as empresas. O primeiro deles consiste nas tomadas de decisões, que se tornam mais rápidas e confiáveis, mesmo considerando uma grande quantidade de dados analisados. Além disso, a *Big Data* pode auxiliar o marketing, vendas e pós-vendas, por meio de dados gerados pelos próprios equipamentos ou pelos clientes, otimizando, por exemplo, a manutenção dos equipamentos, ou trazendo melhorias para os modelos futuros desses equipamentos (COMUZZI; PATEL, 2016).

A ferramenta de análise de dados históricos também traz vários benefícios para as empresas, como por exemplo, teste destrutivos das áreas da qualidade que podem ser reduzidos ou eliminados, trazendo reduções de até trinta milhões de dólares por ano. Ou ainda, melhorias de produtividade em até 26%, que podem ser alcançadas em um período de três anos, aumentando a vantagem competitiva das empresas que utilizam essas tecnologias (BERTOLUCCI, 2013; CAPGEMINI, 2012).

Essas ferramentas, por meio de sua integração e do uso de recursos heterogêneos, podem trazer vários outros benefícios para as empresas, como o aumento na eficiência operacional, desenvolver um melhor serviço ao cliente, identificar e desenvolver novos produtos, clientes e mercados (ZHANG; DONK;

VAART, 2011; CHEN; CHIANG; STOREY, 2012; LOHR, 2012; DEMIRKAN; DELEN, 2013).

A *Big Data* pode, ainda, auxiliar na definição do melhor preço dos produtos, uma vez que possui a capacidade de monitorar, em tempo real, toda a cadeia, auxiliando na determinação do melhor fornecedor da matéria-prima, melhor transporte, e melhor processo de fabricação/produção (SWAMINATHAN, 2012).

Com relação à eficiência operacional, a *Big Data* pode auxiliar com a otimização do inventário, reduzindo o tempo de fabricação dos componentes, além de prover um melhor planejamento relativo à manutenção dos equipamentos nas linhas de produção, por meio do monitoramento, em tempo real, do funcionamento de cada componente do equipamento, indicando baixos desempenhos, ou até mesmo a proximidade do fim da vida útil de determinado componente. Na logística e gestão da cadeia de suprimentos, a *Big Data* pode reduzir o efeito-chicote, com a integração e colaboração dos parceiros de negócios, uma vez que o grande volume de dados gerados por esses parceiros é compartilhado em tempo real, monitorando passo a passo o ciclo de vida e produção dos componentes (WALLER; FAWCETT, 2013; KACHE; SEURING, 2017; ADDO-TENKORANG; HELO, 2016).

Devido ao avanço na utilização de tecnologias da *Big Data*, várias empresas já começaram a dedicar seus investimentos nessas inovações. Por exemplo, 50% dos profissionais da gestão da cadeia de suprimentos estão utilizando ou pretendem utilizar essas tecnologias nas empresas em que atuam. Estima-se que em 2014, o retorno sobre os investimentos (ROI), das empresas que fabricaram essas tecnologias, chegou a dezesseis bilhões de dólares, atingindo um crescimento seis vezes mais rápido que as empresas de tecnologia da informação. Entre os anos de 2012 e 2016, o crescimento do mercado das tecnologias da *Big Data* cresceu aproximadamente 57%, e até 2022, estima-se um crescimento anual de 26%, atingindo uma marca de, aproximadamente, cento e vinte bilhões de dólares. Apenas para o mercado de varejo, a *Big Data* pode trazer um aumento de 15% a 20% no retorno sobre

investimentos (ROI) (SCHOENHERR; SPEIER-PERO, 2015; ADDO-TENKORANG; HELO, 2016; ZHONG *et al.*, 2016; FENG; GUO; ZENG, 2013).

Apenas nos Estados Unidos, os investimentos em tecnologias da *Big Data*, já em 2012, ultrapassavam os duzentos milhões de dólares. Em toda a Ásia, estima-se que, em 2017, esses investimentos ultrapassem os dois bilhões de dólares (KALIL, 2012; JIMENEZ *et al.*, 2013).

Apesar de todos os benefícios que as tecnologias da *Big Data* podem proporcionar para as empresas, existem muitos desafios que necessitam de atenção, pois 80% das empresas, que já fazem análise de seus dados, falham no momento da integração desses dados, e 65% consideram que as práticas para o gerenciamento desses dados ainda apresentam oportunidades de melhorias. Devido a esses fatores, 67% das empresas entendem que ainda é necessário definir mais critérios que mostrem os benefícios da *Big Data*, justificando, assim, os ganhos reais que essas tecnologias podem alcançar (BALDWIN, 2015).

Esses desafios, relativos às tecnologias da *Big Data*, estão relacionados a fatores como a segurança para o compartilhamento de dados entre os parceiros de negócios, uma vez que muitas empresas não possuem acordos de integração e colaboração com seus parceiros, a própria infraestrutura necessária em tecnologia de informação, pois as empresas necessitarão de investimentos tanto em *softwares* e *hardwares*, quanto em seus ambientes físicos, para que não ocorram falhas na comunicação, internamente aos processos das empresas e externamente aos parceiros presentes em toda a cadeia (KACHE; SEURING, 2017).

Há também os riscos voltados a fraudes e exposição indevida de dados, uma vez que os sistemas de segurança da informação atuais não são capazes de gerenciar esse grande volume de dados. Tecnicamente, mesmo a *Big Data* encontrará dificuldades em armazenar esse volume crescente de dados, e, também, para analisar uma quantidade de dados bastante heterogêneos. Por fim, já ocorre uma falta de qualificação de profissionais que sejam capazes

de trabalhar com as recentes tecnologias da *Big Data*, causando certa limitação em seu uso (ZHONG *et al.*, 2016; COMUZZI; PATEL, 2016).

2.2. LOGÍSTICA

A logística trata das atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo de produtos, desde a aquisição da matéria prima até o consumo final, e os fluxos de informação, que colocam os produtos em movimento. Tem como objetivo ou missão colocar os produtos ou serviços certos no lugar certo, na condição e momento corretos, a um custo razoável. Além disso, a logística visa apoiar as necessidades operacionais de suprimento, de manufatura e de atendimento ao cliente. (BALLOU, 1992; BOWERSOX *et al.*, 2014; CHRISTOPHER, 2011).

As atividades da logística são divididas basicamente em duas categorias: atividades chave e atividades de apoio. Nas atividades chaves tem-se os serviços dedicados ao cliente, que cooperam com o *marketing*, o transporte, o gerenciamento de estoques e o fluxo de informação e processamento de pedidos. E as atividades de apoio são compostas pela armazenagem, manuseio de materiais, compras, embalagem protetora, cooperação com produção/operações e manutenção de informações. Seu escopo é dividido em duas categorias: o suprimento físico e a distribuição física (BALLOU, 2004; DIAS, 1996; ROSS; 1998; BOWERSOX; CLOSS, COOPER, 2006). A Figura 4 apresenta o escopo da logística e suas respectivas atividades.

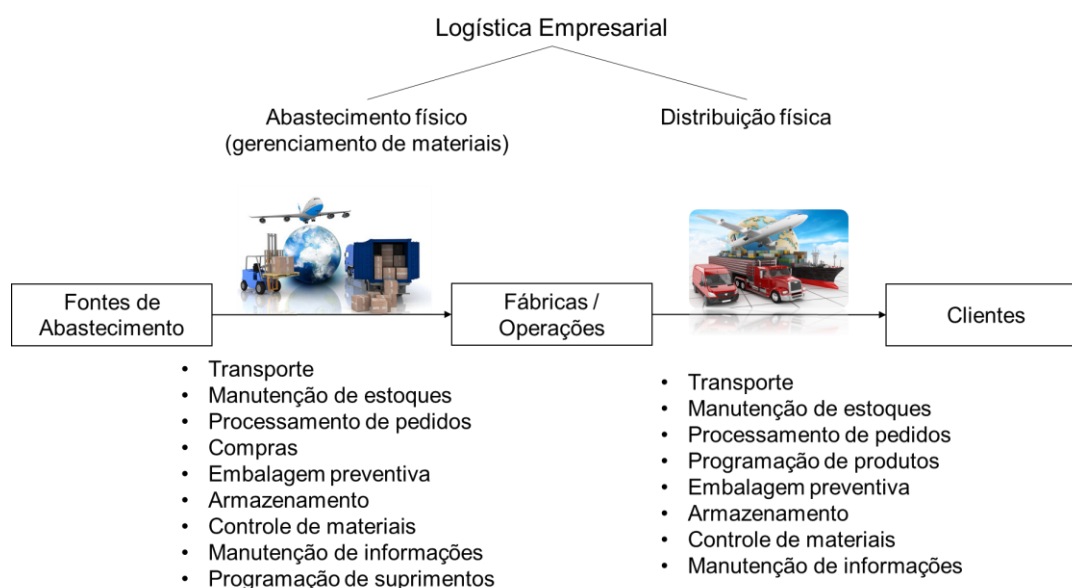


Figura 4 – Escopo da logística (Adaptado de Ballou, 2006).

Para Islam *et al.* (2013), os elementos chave para o gerenciamento logístico são apresentados conforme Quadro 1.

Gerenciamento do Transporte	Gerenciamento do Inventário	Processamento da Informação	Embalagem e Unitização	Gerenciamento da Armazenagem
<ul style="list-style-type: none"> • Infraestrutura • Opções de modais de transporte • Pontos de transferência de modal • Planejamento da carga • Roteirização e agendamento 	<ul style="list-style-type: none"> • O que armazenar • Como armazenar • Quanto armazenar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de informação • Controle • Previsão 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho da unidade • Embalagem protetiva • Sistema de manuseio 	<ul style="list-style-type: none"> • Localização • Número • Tamanho • Tipo • Sistema de movimentação da carga

Quadro 1 – Elementos-chave para o gerenciamento logístico (Adaptado de ISLAM, 2013).

Na indústria, a logística é frequentemente considerada um processo importante, no apoio à execução das atividades da manufatura (LEWANDOWSKI *et al.*, 2013). Os desafios referentes ao aumento da eficiência nos processos das empresas, a globalização das cadeias de suprimento, o ciclo de vida dos produtos cada vez menores, a customização em massa e a maior velocidade de entrega, têm causado um aumento na competitividade referente às atividades da empresa e, conseqüentemente, dos processos logísticos (PRASSE; NETTSTRAETER; HOMPEL, 2014).

As atividades da logística vêm gradualmente aumentando sua importância estratégica nas empresas, pois representam cerca de 12% do produto interno bruto mundial (BALLOU, 2004). Em países como Estados Unidos, Japão, China e em alguns países europeus, estes custos variam de 7% a 18%, também considerando o PIB (RUAN; WU; WU, 2012). Portanto, é fundamental que esses processos sejam executados da forma mais eficiente possível, e sigam as tendências inovadoras da indústria.

Mesmo sem ação direta na fabricação ou processamento do produto, as atividades logísticas têm elevada complexidade de execução, considerando que podem representar entre 20% e 50% dos custos operacionais, compreendendo 25% da quantidade de empregados da empresa, 55% do espaço da fábrica e entre 15% e 70% do custo total da manufatura, tendo ainda um potencial de impacto direto no nível de serviços aos clientes, pois podem representar cerca de 60% do tempo de ciclo operacional (CHRISTOPHER, 2011; TOMPKINS *et al.*, 2010; WOMACK; JONES; 1998; BEACH *et al.*, 2000; ANTUNES, 2012; DAI; LEE, 2012).

Em países desenvolvidos, os custos logísticos podem representar de 10% a 15% do custo do produto final. Na Europa, em 2011, os custos logísticos já ultrapassavam um trilhão de euros. Nos Estados Unidos, esses custos chegaram a 1.48 trilhão de dólares em 2015. Já na China, esses custos ultrapassaram os 11 trilhões de yuan (aproximadamente 1.6 trilhão de dólares), no ano de 2016 (GU; GAO, 2016; EUROPEAN COMMISSION, 2015; SCHULZ, 2016; DESORMEAUX, 2017).

No Brasil, os custos logísticos também trazem um alto impacto para a economia do país. Em 2014, esses custos representavam 12,1% do PIB, cenário que mudou no ano de 2015, atingindo um percentual de 12,7% do PIB, o que equivale a 750 bilhões de reais (CNT, 2016).

As atividades da logística continuarão encontrando vários desafios nos próximos anos. Até 2020, estima-se que 80% dos produtos manufaturados em um país serão consumidos em outros países e, até 2025, é esperado um

aumento de 75% do comércio global, o que mostra a necessidade de modernização das atividades logísticas, de modo a trabalharem com a maior eficiência possível (GPT, 2013; PWC 2016).

2.2.1. ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA

No âmbito da manufatura em si, um dos processos importantes para a operação da empresa são os processos da logística interna, pois são responsáveis pelo fluxo estruturado de materiais e de informações no interior da empresa (BALLOU, 2006; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006; KARANANDE; CHAKRABORTY, 2013).

Para Porter (1989), a logística interna é composta pelas atividades de recebimento, armazenagem, controle de estoques, manuseio de materiais (componentes e produtos), gestão da frota interna de veículos, embalagem e expedição. Na visão adotada por Lima *et al.* (2017), a logística interna compreende as atividades de recebimento, transferência, coleta, embalagem, armazenagem, gestão de estoques, abastecimento, planejamento e controle de materiais, planejamento e controle da produção, trabalho em processo (*work in process*), processamento de pedidos, transportes internos, atendimento ao cliente e as tecnologias da informação (Figura 5).

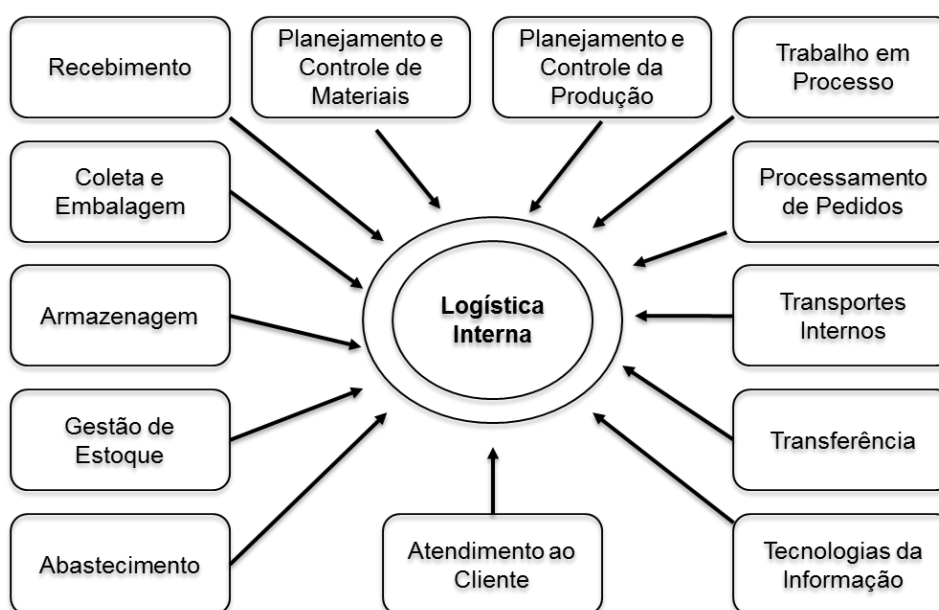


Figura 5 – Atividades da logística interna (Adaptado de Lima *et al.*, 2017).

Kartnig, Grosel e Zrnic (2012) definem a logística interna como o conjunto de atividades de uma empresa, nas quais acontecem a organização, controle, execução e otimização dos fluxos de materiais, informações e produtos acabados, dentro da planta. Já Torres (2012) afirma que a logística interna é uma área de importância enorme, embora visivelmente “escondida”, pois por diversas vezes, as melhorias em suas atividades refletem em outras áreas, como na produção ou na qualidade. Ainda segundo o autor, a logística interna visa reduzir os excessos de produção, transporte, movimentação, inventário, processamento, o tempo de espera, e conseqüentemente a redução dos defeitos.

As atividades da logística interna podem impactar a produtividade das operações e gerar ineficiências que afetam diretamente a produção. Porém, existem muitas soluções que podem melhorar a eficiência dessas atividades, sendo a automação uma das principais, por meio do aumento na velocidade de execução e na redução e/ou eliminação de erros (CHAVEZ *et al.*, 2015; STEPHENS; MEYERS, 2013; KARTNIG, GRÖSEL e ZNIC, 2012).

As atividades da logística interna podem, ainda, enfrentar desafios como (ROTUNNO, 2012):

- grande quantidade e heterogeneidade de elementos na atividade de manuseio e transporte: as atividades da logística interna podem conter centenas ou milhares de elementos de transporte, como, por exemplo, elementos de fluxo contínuo (*conveyors*), elementos de fluxo descontínuo (estoques, robôs, empilhadeiras), elementos produtivos (pessoas, equipamentos automáticos), e unidades de controle em diferentes níveis (por exemplo, sistema de execução da manufatura no nível de gerenciamento e controladores lógicos programáveis no nível de campo), dependendo da aplicação da atividade, o que torna difícil a escolha do elemento mais eficiente;
- requisitos diferentes sobre o desempenho do sistema depende do propósito da aplicação: podem ser considerados como exemplos para

esses requisitos, o alto desempenho e/ou produtividade e um baixo índice de disponibilidade, bem como um baixo tempo de transporte.

- diferentes fornecedores de serviços (muitas vezes extremamente especializados): esses prestadores executam projeto, simulação, avaliação, operação e manutenção das atividades da logística interna.

Mesmo com esses desafios, existem ferramentas que podem auxiliar as empresas na análise e gerenciamento da logística interna (ABDULMALEK; RAJGOPAL, 2007):

- fabricação em células, em que a disposição dos itens aumenta a eficiência das atividades da logística;
- sistema *Just-In-Time* (JIT), em que a demanda é iniciada por um cliente, sendo transmitida para trás, ou seja, "puxando" a produção;
- *kanbans*, um sistema de sinalização para a implementação da produção JIT;
- manutenção preventiva total (TPM), em que são realizadas manutenções regulares nos equipamentos de movimentação e transporte, evitando paradas não programadas;
- redução do tempo de configuração ou *setup* dos equipamentos de movimentação de materiais, como por exemplo, *conveyors* automáticos.

2.2.2. EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIAS DA LOGÍSTICA INTERNA

Como as empresas não conseguem mais competir de forma individual, ou seja, sem nenhum tipo de parceria, é essencial que possuam estratégias que compreendam a conectividade, não apenas entre seus processos internos, mas também com toda a sua cadeia de suprimentos, envolvendo diretamente as atividades da logística. Com isso, algumas das atividades logísticas, como movimentação e entrega de materiais realizadas no momento certo, inventário flexível e sistemas integrados, passam a auxiliar a empresa no aumento da sua

competitividade perante a forte concorrência de mercado (KULAK, 2005; ERTURGUT, 2012).

Devido a essa agressiva competição que as empresas vêm enfrentando, surge a necessidade de elaborar estratégias também para as atividades logísticas, principalmente na compra e desenvolvimento de novas tecnologias e equipamentos (GRANLUND, 2014). Além da aquisição de equipamentos considerados regulares, para as atividades da logística, como empilhadeiras, pontes rolantes, esteiras transportadoras, transportadores manuais, sistemas da informação e comunicação, a partir de 2010, cerca de 9% das organizações apresentavam estratégias dedicadas à compra de novos equipamentos e tecnologias voltadas para as atividades logísticas, 44% estavam em fase de implantação e 37% planejavam implantar estratégias voltadas para essas atividades. Como alguns dos benefícios dessas estratégias, pode-se mencionar a redução dos custos operacionais, aumento de demanda por novos produtos, maior sinergia entre as atividades da logística, áreas suporte e entre as áreas que dependem dessas atividades, como a manufatura (HASSAN, 2010, DINTER, 2013).

Uma estratégia frequentemente adotada pelas empresas, nas atividades da logística, por meio da tecnologia, é a integração ou conectividade entre essas atividades e os processos que interagem com elas. Essa conectividade traz um aumento na agilidade e na flexibilidade de todas as atividades e processos, permitindo, também, uma adaptabilidade muito mais rápida, em caso de variações de demanda (GLIGOR; HOLCOMB, 2012).

Para que a conectividade das atividades logísticas torne-se possível, as empresas vêm integrando tecnologias como ERP (*Enterprise Resource Plannig*), MRP (*Manufacturing Resource Planning*) e RFID, a tecnologias como *Big Data*, Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*), Internet de Serviços (IoS – *Internet of Services*), sistemas físico-cibernéticos, realidade aumentada e inteligência artificial (STEVENS; JOHNSON, 2016).

Um fato que demonstra o crescimento das novas tecnologias das atividades logísticas está relacionado ao desenvolvimento estratégico de países como Estados Unidos e China, que além de adotarem inovações tecnológicas nas atividades logísticas, em muitos casos são percursoros dessas tecnologias, tornando-se referência como principais investidores mundiais em inovações, também na logística (ACATECH, 2013; SPILLAN *et al.*, 2013).

Além das tecnologias da informação e comunicação, tem-se ainda a necessidade de melhorias nas tecnologias físicas, ou seja, nos equipamentos que executam as atividades físicas. Com relação a essas atividades, existem novas tendências, inclusive bem difundida em várias empresas, referente à utilização de robôs, sistemas automatizados de estocagem, AGVs (*automatic guided vehicles*), a visão máquina, o próprio RFID na identificação dos materiais, tecnologias de comando de voz, coleta por identificação luminosa (*picking-by-light*) e o exoesqueleto (KARTNIG; GROSEL; ZRNIC, 2012; HORENBERG; 2017; FUSKO; RAKYTA; MANLIG, 2017, FONTANA *et al.*, 2014).

A seguir, são citados alguns exemplos de aplicações dessas tecnologias, nas atividades da logística (Quadro 2):

Tecnologia	Descrição	Autores
Robôs	Podem substituir humanos no transporte de produtos, dentro de determinados ambientes, não importando o horário ou ambiente. Na logística, podem ser utilizados nas operações de embalagens, empilhamento e manuseio dos produtos. Além disso, sistemas robotizados autônomos, para logística, operando em sistema de controle na forma de enxame, pode maximizar eficiência no transporte de materiais e reduzir a intervenção humana.	BLOSS, 2013; KARABEGOVIC <i>et al.</i> , 2015; JEON; LEE, 2017; WANG; DU, 2016; CHAUDHARI; BHOSALE, 2016.
Veículos Guiados Automaticamente (AGV)	Podem melhorar a eficiência e a flexibilidade das atividades logísticas. Esses veículos se movem ao longo de rotas virtuais e pré-estabelecidas, garantindo que o AGV permaneça longe de obstáculos, e tenha o caminho mais curto para toda sua operação. Como tecnologias adicionais, os AGVs podem receber braços robóticos para melhorar as técnicas de movimentação de materiais da logística interna de uma fábrica.	FLORIAN <i>et al.</i> , 2011; SABATTINI <i>et al.</i> , 2013; BEINSCHOB <i>et al.</i> , 2017; JAIGANESH; KUMAR; GIRIJADEVI, 2014; OLIVARES <i>et al.</i> , 2015.
Visão de Máquina	Uma câmera acoplada a um equipamento permite o complemento de informação sobre o ambiente em que o sistema opera, e sobre o material a ser manipulado e, devido à capacidade de aprendizagem, permite estratégias complexas de manuseio e controle para desempenhar eficientemente suas atividades. A visão de máquina é uma tecnologia que permite segurança nas operações logísticas e garante qualidade aos materiais transportados. Auxilia nas operações logísticas em que o sistema de controle deve escolher o meio de transporte, permitindo análise dimensional e posicional do material a ser transportado, como das medições físicas de comprimento, largura, altura, diâmetro, volume, entre outros.	WANG <i>et al.</i> , 2012; WANG <i>et al.</i> , 2014; SHVARTS; TAMRE, 2014.
Sistema automático de armazenagem e coleta (ASRS)	É um sistema de gerenciamento e armazenagem de materiais, que opera integrado a outros equipamentos utilizados na logística interna. Um ASRS (<i>Automated Storage and Retrieval System</i>) pode assegurar alta eficiência e acuracidade para os processos logísticos, pois permitem que os materiais sejam manuseados de maneira eficiente e sem danos, assegurando sua integridade.	WANG; QIN, 2010; RATHORE <i>et al.</i> , 2013; HUANG, CHEN; PAN, 2015; KARDEXGROUP, 2017.
Identificação de Materiais	Duas das principais tecnologias para armazenagem de informações dos materiais são o código de barras e o RFID (<i>radio frequency identification</i>). O código de barras permite identificar desde um produto de consumo em uma área de vendas, até produtos em processo, incluindo ainda os ativos e serviços de uma empresa. Seus benefícios incluem aumento da eficiência operacional, controle de processos, estoques e inventários, redução de custos operacionais e administrativos, agilidade no processo de recebimento e movimentação interna e externa de materiais, e geração de informações corretas e em tempo real. A tecnologia RFID pode ser aplicada nos processos logísticos para o ganho de velocidade, acuracidade dos dados, redução do tempo de coleta das informações, e disponibilização dessas informações em tempo real, datas de validade dos produtos, datas de chegada e expedição do material, e informações sobre as dimensões físicas dos materiais. A aplicação do RFID nos processos logísticos, pode reduzir de 3% a 5% os custos das empresas e gerar um aumento de receita de 2% a 7%, devido aos benefícios apresentados anteriormente.	LUO <i>et al.</i> , 2017; CORONADO, 2007; KIM <i>et al.</i> , 2008; TAJIMA, 2007; CHAN <i>et al.</i> , 2012.
Sistema de Gerenciamento de Armazém	O gerenciamento das informações operacionais também é de responsabilidade da logística, onde a tecnologia da informação (TI) permite executar operações logísticas com precisão, mediante ao auxílio do Sistema de Gerenciamento de Armazém (<i>Warehouse Management System</i> – WMS). O WMS é utilizado para direcionar eficientemente as decisões sobre o fluxo de material, assegurando um inventário acurado como resultado das transações do armazém. É, ainda, responsável pelo gerenciamento dos materiais dos processos de recebimento, armazenagem, coleta, embalagem, expedição, estoque e manuseio do material, entre outros.	BALLOU, 2006; FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO <i>et al.</i> , 2007; DINTER, LAHRMANN; WINTER, 2012; SHIAU; LEE, 2010; GU; GOETSCHALCKX; MCGINNIS, 2007; KONG <i>et al.</i> , 2015.
Tecnologias de comando de voz	A tecnologia de comando por voz emprega controles de áudio e voz para guiar o operador pelo processo logístico. Esse sistema possui comunicação com o WMS, direcionando o operador ao correto local de armazenagem do material, podendo trazer benefícios como a melhor acurácia do inventário, aumento de produtividade e redução de custo da operação.	VRIES; KOSTER; STAM, 2015; MATAPOULOS, 2011.
Sistema de coleta por indicação luminosa (<i>picking-by-light</i>)	O sistema <i>picking-by-light</i> , com luzes facilmente visíveis, localizadas diretamente no compartimento de armazenamento, indica onde o próximo item deve ser coletado, e uma tela indica o número de itens a serem repostos. Após a reposição, o operador realiza o reconhecimento do processo, pressionando um botão, e o visor é desligado.	FUSKO; RAKYTA; MANLIG, 2017.
Roteirização	O <i>software</i> de roteirização permite gerenciar as entregas, com o objetivo de reduzir tempos e distâncias, assim como os custos do transporte. Possibilita, também, maior eficiência e a máxima utilização dos equipamentos envolvidos com a operação, diminuindo seus desgastes por uso excessivo, desnecessário.	FIGUEIREDO <i>et al.</i> , 2007.
Realidade Aumentada	A realidade aumentada (<i>Augmented Reality</i> – AR) é uma nova tecnologia que permite a inserção de informação virtual no espaço de trabalho, geralmente com auxílio de um dispositivo no campo de visão do usuário. A solução tecnológica de AR, pode ser utilizada na logística, junto a outras tecnologias, como RFID, auxiliando o operador durante a execução das tarefas, possibilitando reduções de erros de percepção visual.	MUECK <i>et al.</i> , 2005; GINTERS; MARTIN-GUTIERREZ, 2013.
Exoesqueleto	O exoesqueleto é um novo conceito de equipamento “vestível” que matem um humano no controle principal, e possibilita à máquina executar toda a força necessária na operação. O exoesqueleto pode aumentar as habilidades atléticas do trabalhador e executar tarefas que necessitem de força e velocidade excessiva, sem fadigar esse trabalhador. Pode, também, ser utilizado na logística para movimentar cargas frágeis e pesadas, cooperando com o operador, que passa a exercer somente uma pequena porção da força de movimentação.	ZHU; ZHOU, 2012; XIE <i>et al.</i> , 2014; FRAUNHOFER, 2017.

Quadro 2: Tecnologias da logística e suas aplicações.

Segundo Fusko, Rakyta e Manlig (2017) essas tecnologias podem trazer uma redução de custo entre 20% e 30%, nas atividades da logística interna. Apenas o sistema de coleta por auxílio luminoso, pode trazer um aumento na produtividade de até 38%, garantir uma acuracidade de até 98% e benefícios financeiros de até 36%. Já a tecnologia de comando por voz pode trazer um aumento na produtividade de até 45%, garantir uma acuracidade de até 99,9% e benefícios financeiros de até 40%. As tecnologias de realidade aumentada e de identificação (como RFID) podem trazer um aumento na produtividade de até 65%, garantir uma acuracidade de até 99,999% e benefícios financeiros de até 45%. E os AGVs, devido à diversidade de aplicação, torna-se difícil uma análise de produtividade e acuracidade, porém os benefícios financeiros podem chegar a 49% nas operações onde são utilizados.

2.2.3. LOGÍSTICA INTERNA NO CONCEITO INDÚSTRIA 4.0

Espera-se que o conceito Indústria 4.0 traga grandes mudanças também para as atividades logísticas. Na verdade, a logística representa uma área de aplicação apropriada para o conceito Indústria 4.0. A integração dos CPS e da IoT, na logística, pode possibilitar o rastreamento, em tempo real, dos fluxos de materiais, o melhoramento do transporte, bem como uma gestão de riscos precisa. É possível argumentar que a Indústria 4.0, em sua visão pura, pode se tornar realidade apenas se a logística for capaz de fornecer aos sistemas de produção, os fatores de entrada necessários no momento certo, na qualidade certa e no lugar certo (WU *et al.*, 2016; BAUERNHANSL; HOMPEL; VOGELHEUSER; 2014; HOFMANN, RUSCH, 2017).

Horenberg (2017) afirma que, para o aumento da eficiência das atividades da logística, o conceito Indústria 4.0 deve ser aplicado em, pelo menos, quatro dos seguintes serviços chave, citados a seguir: armazenamento, transporte, embalagem, distribuição, carregamento, descarregamento, manuseio de materiais e os sistemas de informação.

Já para Hofmann e Rusch (2017), um modelo simples de aplicação do conceito Indústria 4.0, aplicado na logística, engloba duas dimensões:

- Dimensão da cadeia de suprimento físico: Subsistemas de logística autônomos e autocontroláveis, que interagem entre si, como o transporte (por exemplo, por meio de caminhões autônomos), manuseio de materiais (por exemplo, por meio de robôs para descarregamento e coleta de materiais) ou processamento de pedidos (por exemplo, por meio de contratos inteligentes apoiados pela tecnologia da informação e inteligência artificial);
- Dimensão da cadeia de valor de dados digitais: os dados de máquinas e de sensores são coletados ao nível físico, ao longo de toda a cadeia de fornecimento físico, de ponta a ponta. Por meio da conectividade dos processos, os dados coletados são fornecidos para qualquer tipo de análise (por exemplo, análise sendo realizada diretamente na nuvem), possivelmente resultando em serviços comerciais, com potenciais de valor agregado.

Nesse contexto, Schiemann (2016), afirma que as tecnologias do conceito Indústria 4.0, aplicadas às atividades logísticas, podem transformar a própria logística em um conceito de atividades, processos, dados, e sistemas autônomos e altamente conectados, desde o fornecedor da matéria prima, até a entrega do produto ao usuário final.

Schiemann (2016) cita ainda os efeitos de cinco áreas funcionais do conceito Indústria 4.0, nas atividades da logística:

- entrada e processamento de dados: enquanto as cadeias de abastecimento de hoje são fornecidas com meros relatórios de status, por meio de entradas na web ou interfaces, utilizando, por exemplo, o EDI, no futuro, a Indústria 4.0 resultará em enormes quantidades de dados de veículos, armazéns, instalações de produção, captadas por sensores e outras tecnologias, que fluirão automaticamente para os sistemas e *softwares*, que trabalharão autonomamente com os processos logísticos;

- colaboração em rede e integração: com a integração de redes, toda a informação estará disponível para todos, possibilitando o compartilhamento, em tempo real, das informações relevantes às atividades logísticas, fornecendo a cada participante da cadeia, o conjunto exato de informações;
- descentralização: trata-se de utilizar a colaboração em rede e a integração para disponibilizar os dados e informações pertinentes, a todos os membros da cadeia, descentralizando os níveis de acesso e de atuação nas atividades da logística;
- sistemas de assistência: são *hardwares* e *softwares* de assistência, que provêm suporte aos operadores e os aliviam de várias atividades manuais, para que possam se concentrar nas competências essenciais dos processos. Na logística, pode-se encontrar muitos exemplos desses *hardwares* e *softwares*, como os sistemas de assistência chamados de realidade aumentada e virtual, e também os exoesqueletos que apoiam os operadores em atividades físicas difíceis, como armazenagem e manuseio de componentes. Existem também as impressoras 3D para peças que podem ser fabricadas rapidamente, de forma descentralizada, especialmente quando se trata de peças de reposição;
- auto-organização e autonomia: este item segue o princípio das peças e máquinas descentralizadas, que foram aprimoradas por sensores e mecanismos de regulação, capazes de se auto gerenciar e de se comunicar uns com os outros. Isto se aplica perfeitamente à logística, em empilhadeiras autônomas, robôs de entrega, drones ou caminhões autônomos.

Com a aplicação dessas cinco áreas funcionais, do conceito Indústria 4.0, nas atividades da logística, tem-se um novo modelo de operação integrado, conforme a Figura 6.

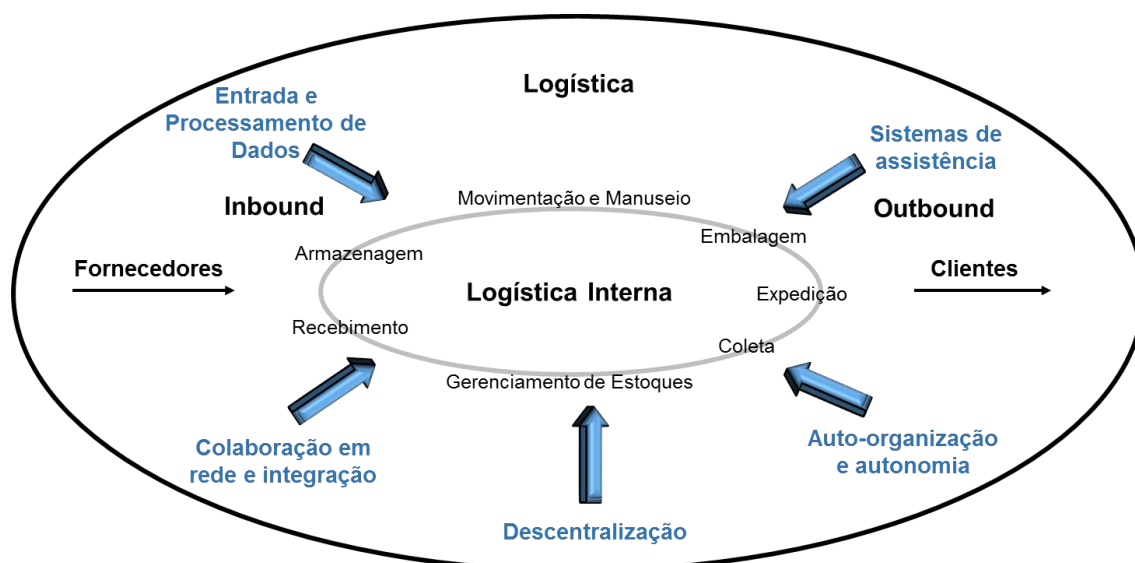


Figura 6: Cinco áreas funcionais do conceito Indústria 4.0 aplicadas à logística (Adaptado de SCHIEMANN, 2016).

Segundo Hofmann e Rusch (2017), com a introdução do conceito Indústria 4.0, métodos como *Just-In-Time/Just-In-Sequence* e *Kanban*, que hoje são comuns na logística, como técnicas em níveis operacionais, passarão a atuar com mais amplitude e precisão, devido à integração, conectividade e automação, provenientes desse conceito.

Aplicando o conceito Indústria 4.0 ao *Just-In-Time/Just-In-Sequence*, ocorrerá um planejamento e previsão de demanda cada vez mais automatizado, descentralizado e mais preciso, uma vez que os fluxos de materiais poderão ser rastreados de forma precisa, e em tempo real, por meio do uso de sistemas físico-cibernéticos e da auto identificação. No *Kanban*, devido ao uso de tecnologias como RFID e sensores, as requisições de materiais podem ser encaminhadas digitalmente, e em tempo real, com o apoio dos CPS, possibilitando aos fornecedores um ganho adicional de flexibilidade em relação às suas atividades de reposição. Além disso, os *milkruns* (sistema de coleta e reposição) podem seguir uma lógica estritamente orientada pela demanda e, portanto, tornar-se altamente dinâmico, resultando em processos mais eficientes (HOFMANN; RUSCH, 2017).

Assim, de acordo com Galindo (2016), todas as tecnologias do conceito Indústria 4.0, quando aplicadas às atividades da logística, formam uma nova estrutura para essas atividades, chamada de "logística inteligente" ou "Logística 4.0". Sob essa declaração, a Logística 4.0 engloba componentes técnicos fundamentais, idênticos ao da Indústria 4.0, como sistemas físico-cibernéticos, a internet das coisas (IoT), sistemas de identificação (RFID), *softwares* embarcados em componentes e equipamentos (os "*smart objects*") e suporte de banco de dados (*Big Data*), para armazenamento, seleção, envio e autoaprendizagem dos dados envolvidos nas atividades da logística e provenientes das integrações verticais, horizontais e de ponta a ponta.

2.3. MODELOS DE MATURIDADE E/OU PREPARO PARA A INDÚSTRIA 4.0

O termo maturidade refere-se a algo que se encontra em um estado completo, perfeito, pronto. Pode implicar um progresso no desenvolvimento de um sistema, de modo que esse sistema aumente suas capacidades ao longo do tempo. A maturidade pode ser capturada qualitativa ou quantitativamente, de forma discreta ou contínua (SIMPSON; WEINER, 1989; KOHLEGGER; MAIER; THALMANN, 2009; SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

Os modelos de maturidade são comumente utilizados como instrumento para conceituar e medir a maturidade de uma organização, ou de um processo em relação a um determinado alvo. O principal objetivo dos modelos de maturidade é capturar o estado atual de um processo ou sistema enquanto ele amadurece, ou seja, atinge o objetivo pretendido (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016). Visam, também, auxiliar as organizações na implantação do conceito desejado, por meio de uma orientação abrangente, e no desenvolvimento dos roteiros (*roadmap*) (GÖKALP; SENER; EREN, 2017). Assim, quando uma organização utiliza um modelo de maturidade ou preparo, busca melhorar consideravelmente seus resultados e capacidades, por meio da criação de valor e melhorias em seu desempenho (MENON; KÄRKKÄINEN; LASRADO, 2016).

Identificados de forma similar aos modelos de maturidade, os modelos de preparo têm como objetivo capturar o ponto inicial de determinado processo ou atividade, habilitando o início do processo de desenvolvimento. Dessa forma, a diferença entre os modelos de maturidade e os modelos de preparo está no momento de aplicação, pois os modelos de preparo são aplicados antes dos modelos de maturidade, avaliando o estado atual da organização, enquanto que os modelos de maturidade avaliam o processo, ao longo do tempo, conforme ele vai amadurecendo (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

Para a identificação dos modelos de maturidade ou preparo, que podem ser utilizados como apoio à implantação do conceito Indústria 4.0 nas atividades da logística interna, foram realizadas duas buscas sistemáticas na literatura. A primeira com a palavra “logística” entre as palavras-chave, e a segunda sem a utilização desse termo.

Na primeira busca, foram encontrados apenas dois documentos, porém, após a leitura dos títulos, resumos, palavras-chave e métodos, ambos foram excluídos (Quadro 3).

Busca Sistemática na Literatura						
Modelos de maturidade / preparo	Base de Busca	Palavras-chave	Filtros	Quantidade de Documentos Encontrados	Documentos selecionados após leitura do Título, Resumo, Palavras-chave e Método.	Autores
	Emerald Insight	(logistic*) AND ("industry 4.0" OR	Year: 2012-2017 Buscar em: Title OR Keywords OR Abstract	0	0	0
	IEEE Xplore	"industrie 4.0") AND		0	0	0
	Science Direct	(maturity OR readiness		0	0	0
	Scopus	assessment) AND (model* OR index)		2	0	0
	Web of Science	AND (manufactur*)		0	0	0

Quadro 3: Busca sistemática na literatura relativa aos modelos de maturidade para apoio a implantação do conceito Indústria 4.0 nas atividades da logística interna.

O primeiro documento, excluído, tem como título “*Energy-Management 4.0: Roadmap towards the Self-Optimising Production of the Future*”, trata do gerenciamento de energia no conceito Indústria 4.0, e a palavra “logística” está apenas no resumo, como um dos passos a ser analisado. O segundo documento excluído, tem como título “*A Maturity Model for Assessing the Digital Readiness of Manufacturing Companies*”, e avalia apenas o preparo digital das empresas de manufatura, para a implantação do conceito Indústria

4.0, omitindo partes importantes do conceito, como as integrações verticais e horizontais, além de não fornecer detalhes da construção do seu próprio método.

Na segunda busca, com a exclusão da palavra “logística” das palavras-chave, foram identificados quarenta e seis documentos, porém, após a leitura dos títulos, resumos, palavras-chave e método, e também, após a exclusão de documentos repetidos, apenas dois foram selecionados, como apoio ao estudo de modelos de maturidade ou preparo (Quadro 4).

Busca Sistemática na Literatura								
Modelos de maturidade / preparo	Base de Busca	Palavras-chave	Filtros	Quantidade de Documentos Encontrados	Documentos selecionados após leitura do Título, Resumo, Palavras-chave e Método.	Documentos excluídos por serem repetidos	Título dos Documentos Selecionados	Autores
	Emerald Insight			0	0	0		
	IEEE Xplore			0	0	0		
	Science Direct			8	1	0		
	Scopus	("Industry 4.0" OR "Indústria 4.0") AND (maturity OR readiness OR assessment) AND (model* OR index) AND (manufactur*)	Year: 2012-2017 Buscar em: Title OR Keywords OR Abstract	27	2	2	1. Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM 2. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises	Gökalp, Şener, and Eren. Schumacher, Erol, and Sihn.
Web of Science			11	1	0			

Quadro 4: Busca sistemática na literatura relativa aos modelos de maturidade para apoio a implantação do conceito Indústria 4.0 nas atividades da logística interna.

Os documentos excluídos não apresentam relação com o tema estudado, ou não possuem métodos (ou modelos de maturidade/preparo) que possam ser utilizados como apoio, e/ou não realizam uma análise completa para implantação do conceito Indústria 4.0 em empresas de manufatura, mas apenas à implantação de parte do conceito, como a aquisição de tecnologias. Dessa forma, foram selecionados dois documentos:

- *A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises* (Schumacher; Erol; Sihn, 2016).
- *Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM* (Gökalp; Şener; Eren, 2017);

Como foram encontrados apenas dois trabalhos que pudessem ser utilizados como apoio ao desenvolvimento do modelo de avaliação, foi utilizada

a abordagem recomendada por Webster e Watson (2002), denominada de busca reversa das referências (*backward references search*). O objetivo é utilizar as “referências das referências”, ou seja, devem-se analisar as referências citadas pelos autores estudados. Ao fazê-lo, o pesquisador poderá ampliar seu conhecimento sobre o fenômeno em estudo e ainda encontrar inconsistências na literatura.

A partir desse procedimento, foram identificados no trabalho de Schumacher, Erol e Sihh, cinco modelos e/ou ferramentas de análise do nível de maturidade e/ou preparo, utilizados como apoio para o desenvolvimento de seu próprio modelo, e no trabalho desenvolvido por Gökalp, Şener e Eren foram identificados mais sete modelos e/ou ferramentas, também utilizados como apoio para o desenvolvimento de seu próprio modelo. Quando comparadas às pesquisas de Schumacher, Erol e Sihh e de Gökalp, Şener e Eren, verifica-se que quatro modelos se repetem em ambas as pesquisas, e o modelo desenvolvido por Schumacher, Erol e Sihh é um dos modelos selecionado por Gökalp, Şener e Eren (Quadro 5).

Artigos encontrados na revisão da literatura e na pesquisa reversa		Artigos utilizados como apoio por Schumacher; Erol; Sihh, 2016 e Gökalp; Şener; Eren, 2017	
Título dos Artigos	Autor-Ano	Schumacher; Erol; Sihh, 2016	Gökalp; Şener; Eren, 2017
IMPULS – Industrie 4.0 Readiness	Lichtblau <i>et al.</i> , 2015	X	X
Empowered and Implementation Strategy for Industry	Lanza <i>et al.</i> , 2016	X	X
Industry 4.0 / Digital Operations Self Assessment	PWC, 2016	X	X
The Connected Enterprise Maturity Model	Rockwell Automation, 2014	X	X
I 4.0 Reifegradmodell	FH Oberösterreich, 2015	X	
Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM	Gökalp; Şener; Eren, 2017		X
A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises	Schumacher; Erol; Sihh, 2016	X	X
Towards a maturity modeling approach for the implementation of industrial internet	Menon, Kärkkäinen, Lasrado, 2016		X
SIMMI 4.0 – A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0	Leyh <i>et al.</i> , 2016		X

Quadro 5: Documentos selecionados por Schumacher; Erol; Sihh, 2016 e Gökalp; Şener; Eren, 2017.

Como complemento da pesquisa, foi realizada uma busca no Google Scholar, apenas no ano de 2017, pesquisando o título “Modelo de Maturidade para a Indústria 4.0. Como resultado, foi encontrado um índice da Acatech (2017).

2.3.1. ANÁLISE DOS MODELOS

Dos dez modelos, foram selecionados cinco, conforme demonstrado na seção 3.1.1., os quais serão descritos a seguir.

- **MODELO DE SCHUMACHER, EROL E SIHN (2016)**

O modelo proposto pelos autores inclui sessenta e dois itens de maturidade, que são agrupados em nove dimensões. Ele permite às empresas avaliarem seu estado atual, indicando as melhorias necessárias. O Quadro 8 fornece uma visão geral sobre as dimensões utilizadas pelos autores, para avaliação do nível de maturidade ou preparo, juntamente a alguns exemplos de itens de maturidade para apoiar a compreensão.

A evolução de cada dimensão passa por cinco níveis de maturidade. O nível 1 indica falta completa de atributos que suportam o conceito Indústria 4.0, e o nível 5 representa o estado da arte dos atributos necessários. Segundo os autores, para medir, determinar e representar a maturidade de uma empresa, necessita-se de um procedimento com três passos (Figura 7), integrado a uma ferramenta de fácil de utilização e com o apoio de *software* (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

O modelo permite avaliar cada uma das dimensões, por meio de um questionário padronizado. Os resultados são apresentados em uma escala *Likert*, de 1 a 5, sendo que, ao final, é possível identificar o nível de maturidade de cada uma das dimensões. Os autores salientam a importância da aplicação do questionário apenas em participantes que possuam, pelo menos, um entendimento básico do conceito Indústria 4.0.

Para obter o resultado do nível de maturidade é utilizado um *software* para captura dos dados do questionário, e, por meio da média dos resultados dos sessenta e dois itens de maturidade, distribuídos entre as dimensões, define-se o nível de maturidade de cada uma das dimensões (Quadro 6).

Dimensões	Exemplos de Itens para Maturidade
Estratégia	Utilização de um roteiro da Indústria 4.0 Recursos disponíveis para a Indústria 4.0 Comunicação e documentação das atividades da Indústria 4.0 Sustentabilidade do modelo de negócio atual para a Indústria 4.0 Existência de uma estratégia para a transformação digital Compatibilidade da Indústria 4.0 com as estratégias da empresa
Liderança	Disposição dos líderes Competências e métodos de gestão Existência de coordenação central para a Indústria 4.0
Clientes	Utilização de dados de clientes Digitalização de vendas / serviços Competência de mídia digital do cliente
Produtos	Individualização de produtos Digitalização de produtos Integração de produtos em outros sistemas
Operações	Descentralização de processos Modelagem e simulação Colaboração interdisciplinar e interdepartamental
Cultura	Compartilhamento do conhecimento Inovação aberta e colaboração entre empresas Valor das tecnologias da informação e comunicação na empresa
Pessoas	Competências dos funcionários para as tecnologias da informação e comunicação Abertura dos funcionários às novas tecnologias Autonomia dos funcionários
Governança	Regulamentos trabalhistas para a Indústria 4.0 Adequação de padrões tecnológicos Proteção da propriedade intelectual
Tecnologia	Existência de tecnologias da informação e comunicação modernas Utilização de dispositivos móveis Utilização da comunicação máquina-máquina

Quadro 6 – Dimensões e exemplos de itens de maturidade (Adaptado de SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

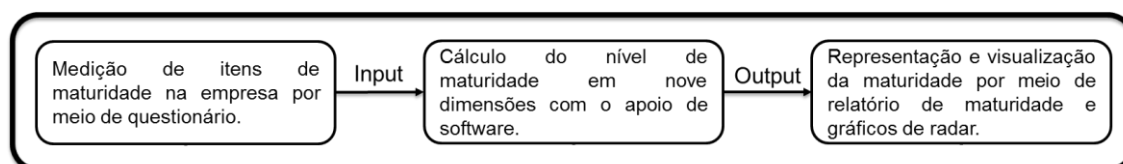


Figura 7: Procedimento com três passos para avaliar a maturidade da Indústria 4.0 (Adaptado de SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

- **MODELO DE GÖKALP, ŞENER E EREN (2017)**

Antes do desenvolvimento de uma ferramenta de análise de maturidade ou preparo das empresas, para implantação do conceito Indústria 4.0, Gökalp, Şener e Eren (2017) realizaram uma revisão sistemática da literatura para identificar os modelos que já propõem essa avaliação. Em sua pesquisa, os autores identificaram oitenta e oito trabalhos, e após a aplicação de filtros, sete trabalhos foram selecionados. Para avaliação desses sete trabalhos, os autores desenvolveram critérios para identificação das lacunas em cada trabalho, conforme Quadro 7.

Critério #	Critério	Definições
C1	Aptidão para o Propósito	O nível de adequação do modelo de maturidade para a medição do nível de maturidade, no contexto da Indústria 4.0.
C2	Completeness de Aspectos	O nível de completude de todos os aspectos da Indústria 4.0 ou, pelo menos, dos subconjuntos de aspectos considerados importantes no contexto da Indústria 4.0.
C3	Granularidade das dimensões	O nível de detalhe das explicações dos atributos nas dimensões correspondentes.
C4	Definição dos Atributos de Medição	Questiona se os modelos de maturidade correspondentes fornecem ou não a descrição dos atributos de medição.
C5	Descrição do Método de Avaliação	Questiona se o estudo fornece uma descrição completa do método de avaliação.
C6	Objetividade do Método de Avaliação	O nível de objetividade do método de avaliação da maturidade do estudo. As definições dos atributos, práticas e cada nível da maturidade devem ser descritas inequivocamente. E o nível geral de maturidade deve refletir corretamente o número de perguntas respondidas positivamente.

Quadro 7: Critérios de avaliação para análise de lacunas (Adaptado de GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).

A partir da definição desses critérios, Gökalp, Şener e Eren (2017) desenvolveram também uma escala de avaliação, composta por quatro níveis, em que cada um dos modelos, por meio da análise de cada critério, pode alcançar os seguintes resultados: Atinge Totalmente (AT), Atinge em Grande Parte (AGP), Atinge Parcialmente (AP) e Não Atinge (NA). Assim, o Quadro 8 apresenta a avaliação dos sete modelos selecionados pelos autores:

Modelos de Maturidade (Autores)	Título	Critérios					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Rockwell Automation, 2014	<i>The Connected Enterprise Maturity Model</i>	NA	AP	NA	NA	NA	NA
Lichtblau et al., 2015	<i>IMPULS – Industrie 4.0 Readiness</i>	AP	AP	AP	AGP	AT	AGP
Lanza et al., 2016	<i>Empowered and Implementation Strategy for Industry</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PWC, 2016	<i>Industry 4.0 / Digital Operations Self Assessment</i>	AP	AP	AP	AP	NA	AP
Schumacher; Erol; Sih, 2016	<i>A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises</i>	AP	AP	AP	AP	AP	AP
Menon, Kärkkäinen, Lasrado, 2016	<i>Towards a maturity modeling approach for the implementation of industrial internet</i>	AP	NA	NA	NA	NA	NA
Leyh et al., 2016	<i>SIMMI 4.0 – A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0</i>	AP	AP	AP	AP	AGP	AP

Quadro 8: Análise de modelos de maturidade existentes no contexto da Indústria 4.0 (Adaptado de GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).

Por meio da revisão sistemática e da avaliação, Gökalp, Şener e Eren (2017) observam que, apesar do crescente fluxo de pesquisa na indústria 4.0, nos últimos anos, ainda existe uma lacuna, devido a limitações dos modelos de maturidade, pois esses modelos não avaliam por completo todos os atributos do conceito Indústria 4.0. A maior deficiência apontada pelos autores está na falta de suporte relativo à arquitetura empresarial, voltada para a manufatura, de forma holística. Além disso, nenhum dos modelos é desenvolvido com base em uma estrutura bem aceita para a avaliação e melhoria, e não possuem uma estrutura bem definida com práticas, entradas e saídas. De acordo com Gökalp, Şener e Eren (2017), entre todos esses estudos, não se encontra um modelo de maturidade bem aceito para o contexto da Indústria 4.0.

Com o apoio dessa análise, Gökalp, Şener e Eren (2017) propõem um modelo de maturidade fundamentado na estrutura SPICE, a qual é comumente aceita para avaliações e melhorias de processos, e pode ser adequada para o desenvolvimento de avaliações do nível de maturidade de organizações, no contexto da Indústria 4.0. Ainda como apoio para desenvolvimento do modelo, os autores utilizaram os conceitos da ISO / IEC 15504 Parte 2 e na ISO / IEC 15504 Parte 5, criando uma base para avaliar o estabelecimento de tecnologias da Indústria 4.0, e apresentando os resultados da avaliação, por meio de uma escala de classificação comum.

Para a avaliação da maturidade, os autores definem dois eixos, formados por dimensão de aspecto, a qual é composta por cinco categorias (gestão de ativos, governança de dados, gestão de aplicações, transformação do processo e alinhamento organizacional), e a dimensão de capacidade, que é composta por seis níveis (nível zero – incompleto, nível 1 – executado, nível 2 – gerenciado, nível 3 – estabelecido, nível 4 – previsível e nível 5 – otimizado) (Figura 8).

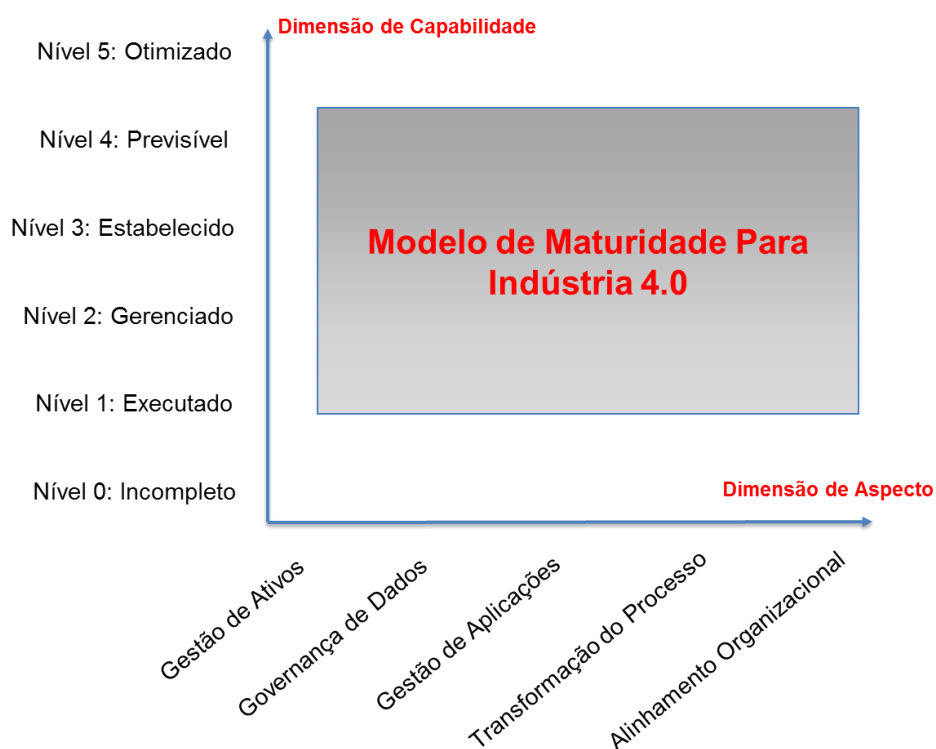


Figura 8: Proposta da estrutura do modelo de maturidade da Indústria 4.0 (Adaptado de GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).

O Quadro 9, expõe as definições de cada uma das categorias e níveis:

Dimensão de Aspecto		Dimensão de Capacidade	
Dimensão	Definição	Dimensão	Definição
Gestão de Ativos	Abrange os sistemas de TI da organização e o preparo tecnológico para a Indústria 4.0. Esta dimensão mede o nível de suporte que a organização pode fornecer para domínios de tecnologia de ponta que incluem arquitetura de TI orientada para serviços; computação em nuvem; segurança de TI; internet das coisas (IoT); redes industriais sem fio.	Nível 0: Incompleto	As práticas de aspecto básico são parcialmente alcançadas, ou ainda não há implementação. A organização apenas se concentra nas operações fundamentais, tais como análise de requisitos, aquisição, produção e vendas.
Governança de Dados	Investiga o nível de capacidade de: coleta de dados, uso, análise de dados, ferramentas da Big Data e serviços orientados a dados. Reúne e completa a avaliação de dados de várias fontes, incluindo infraestrutura de fabricação e sistemas, bem como sistemas de informação, permitem às organizações tomar decisões em tempo real sobre operações atuais ou futuras.	Nível 1: Executado	As práticas de aspecto correspondentes são alcançadas. A transformação foi iniciada. A infraestrutura tecnológica para a transição para a Indústria 4.0 é adquirida e a organização tende a empregar tecnologias inteligentes como a IoT. A visão da Indústria 4.0 existe, e existe um roteiro para a estratégia de transição, mas não está totalmente implementado. Atributo de aspecto (AA) 1.1 Execução das práticas de aspecto são avaliadas neste nível.
Gestão de Aplicações	Destina-se a assegurar um design seguro e otimizado e desenvolver sistemas de informação que funcionem melhor para seus negócios e usuários. As interfaces e fluxos de informações desses aplicativos devem ser estruturados, conectados, padronizados, controlados e interoperáveis.	Nível 2: Gerenciado	O conjunto de dados relacionado a cada operação é definido e começou a ser coletado, mas não está integrado nas diferentes funcionalidades das operações. Os itens físicos estão começando a ser representados por um mundo virtual. (AA) 2.1 A digitalização é avaliada neste nível.
Transformação do Processo	Abrange a transformação dos processos básicos de cada sistema empresarial como Planejamento, Aquisição, Produção, Venda e Distribuição. De acordo com a estrutura do negócio da empresa, uma vez que iniciada a transformação para a Indústria 4.0, cada processo do sistema empresarial deve ser mapeado para o mundo digital. Além disso, diferentes processos de valor agregado devem ser integrados em toda a arquitetura corporativa de forma padronizada.	Nível 3: Estabelecido	As principais atividades do negócio e operações de valor agregado são bem definidas e as qualificações de processos e operações são consistentes com a padronização correspondente. O conjunto de dados é claramente identificado para cada operação da organização, coletado e armazenado sistematicamente em um banco de dados bem gerenciado. A integração vertical, incluindo a integração interna à fábrica, com a utilização de sensores e atuadores, interconectados ao ERP, foi alcançada. (AA) 3.1 Integração vertical e (AA) 3.2 Padronização são avaliadas neste nível.
Alinhamento Organizacional	Refere-se à gestão das empresas por meio da arquitetura corporativa, com relação à estrutura organizacional e estratégia do negócio. Do ponto de vista gerencial, o conhecimento sobre as vantagens do conceito de fabricação inteligente afeta significativamente a decisão de investimento e implementação de TI. Uma vez que o conjunto de habilidades de TI e outros requisitos essenciais de recursos humanos para transformação estão relacionados ao gerenciamento organizacional das empresas, essa dimensão é considerada um fator significativo para avaliar a capacidade.	Nível 4: Previsível	A integração horizontal, incluindo a integração das redes de produção ao nível dos negócios, é conseguida pela integração da cadeia de suprimentos, mas pode incluir mais no futuro, quando informações intercaladas, em tempo real e específicas do produto forem transferidas para aumentar o nível de detalhe e qualidade na otimização da manufatura distribuída. As ferramentas de análise de dados são empregadas para melhorar a produtividade das organizações. As funcionalidades de empresas inteiras são integradas para aumentar a eficiência das operações (ou seja, ocorre a integração de aplicativos como o SCM e CRM). Os dados são usados para controlar o processo e as operações em tempo real. AA 4.1 Integração Horizontal e AA 4.2 Controle são avaliados neste nível.
		Nível 5: Otimizado	Foi alcançada a integração para a engenharia e para o ciclo de vida do produto/produção, possibilitando o compartilhamento e sincronização de conhecimento entre desenvolvimento de produtos e serviços, e ambientes de manufatura. A organização começa a aprender com os dados coletados e tenta melhorar seus negócios continuamente. O modelo de negócios está evoluindo para uma estrutura inovadora. AA 5.1 Integração para o ciclo de vida da produção, AA 5.2 Inovação e AA 5.3 Auto otimização são avaliadas neste nível.

Quadro 9: Dimensões de Aspecto e Capacidade para a Indústria 4.0 (Adaptado de GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).

Por meio da avaliação dos aspectos e capacidades, nas empresas de manufatura, Gökalp, Şener e Eren (2017) demonstram nas Figuras 9 e 10 os possíveis resultados que as empresas poderão encontrar.

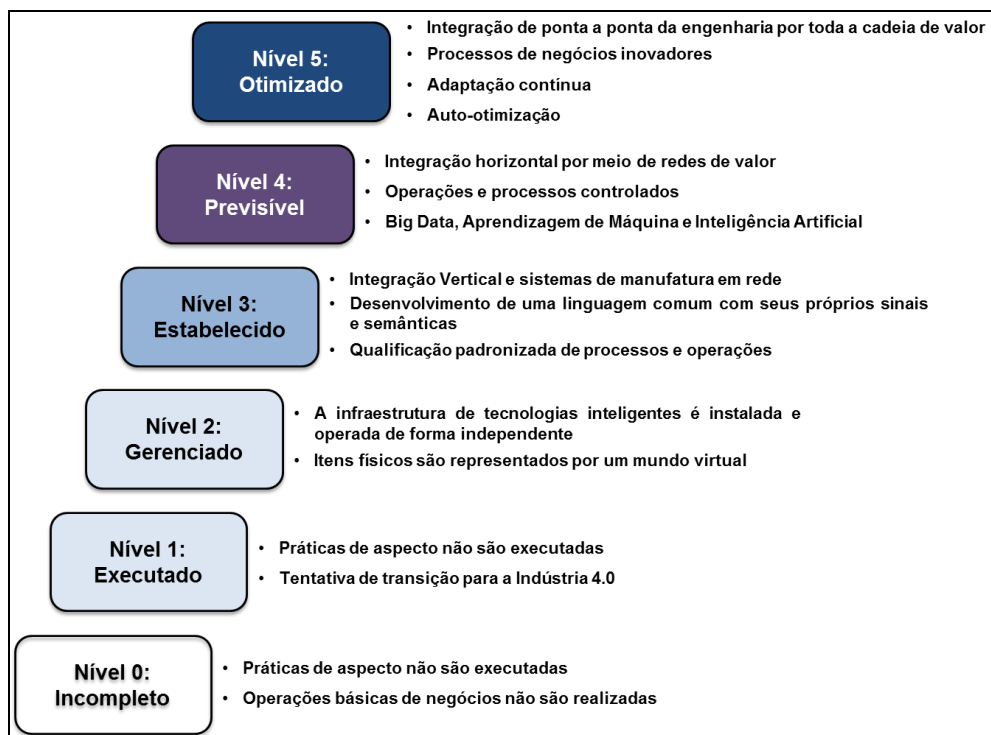


Figura 9: Dimensões de Capacidade do modelo de maturidade da Indústria 4.0 (Adaptado de GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).

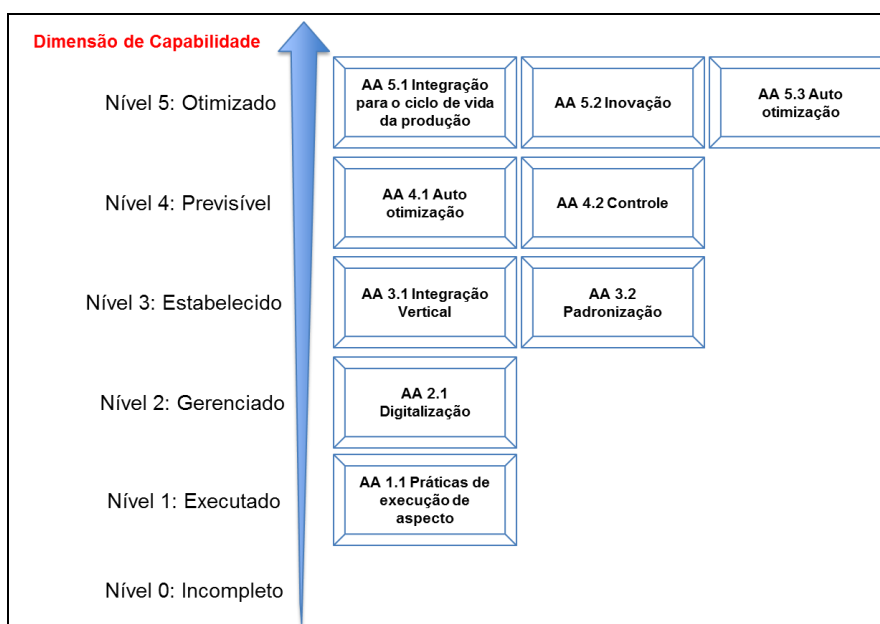


Figura 10: Níveis de capacidade do modelo de maturidade da Indústria 4.0 (Adaptado de GÖKALP; ŞENER; EREN, 2017).

- **MODELO DE LICHTBLAU (2015)**

Esse modelo foi desenvolvido utilizando uma metodologia mista de análise da literatura, *expertise*, *workshops* e uma pesquisa em empresas. O *workshop* foi realizado com empresas da indústria de engenharia mecânica, que já tiveram experiência com o uso de tecnologias da Indústria 4.0. Com base nos resultados do *workshop*, na análise da literatura e na experiência dos parceiros do projeto, Lichtblau *et al.*, (2015) desenvolveram um modelo, com um total de seis níveis de preparo para a Indústria 4.0:

- Nível 0: *Outsider* (não iniciados)
- Nível 1: Iniciante
- Nível 2: Intermediário
- Nível 3: Experiente
- Nível 4: Especialista
- Nível 5: Alto desempenho

Para Lichtblau *et al.*, (2015) esse modelo está alinhado com as quatro dimensões fundamentais da Indústria 4.0: fábricas inteligentes, produtos inteligentes, operações inteligentes e serviços orientados por dados. Duas dimensões adicionais, universalmente aplicáveis, também foram consideradas: estratégia e organização e funcionários. Associados as seis dimensões, os autores identificaram dezoito campos da Indústria 4.0, utilizados como apoio para desenvolvimento da avaliação (Figura 11).



Figura 11: Seis dimensões e dezoito itens para medição do preparo para a Indústria 4.0 (Adaptado de Lichtblau *et al.*, 2015).

Com o apoio dessas seis dimensões e dos dezoito campos, Lichtblau *et al.*, (2015) elaboraram trinta e uma questões, distribuídas entre as seis dimensões, conforme Quadro 10.

Dimensões	Quantidade de Questões
Estratêgia e Organização	6
Fábrica Inteligente	7
Operações Inteligentes	7
Produtos Inteligentes	2
Serviços Orientados por Dados	6
Empregados	3

Quadro 10: Quantidade de questões por dimensões.

Essas questões estão disponíveis na ferramenta digital, desenvolvida pelos autores, como um auxílio *on-line* para as empresas se auto avaliarem com relação ao conceito Indústria 4.0. Esse questionário pretende prover uma avaliação sobre os seguintes aspectos:

- atributos estruturais das empresas;
- perguntas gerais sobre a Indústria 4.0;
- nível em que as empresas satisfazem as dimensões da Indústria 4.0;
- motivadores e obstáculos no caminho para a Indústria 4.0.

Lichtblau *et al.* (2015) afirmam que o modelo pode ser utilizado para definir critérios, por meio dos quais as empresas são classificadas em três categorias, com relação ao conceito Indústria 4.0: novatas, aprendizes e líderes (Figura 12). Após a aplicação do questionário, as empresas podem identificar o posicionamento de cada uma das dimensões com relação aos cinco níveis de avaliação, e, conseqüentemente, suas classificações, nas três categorias do conceito Indústria 4.0.

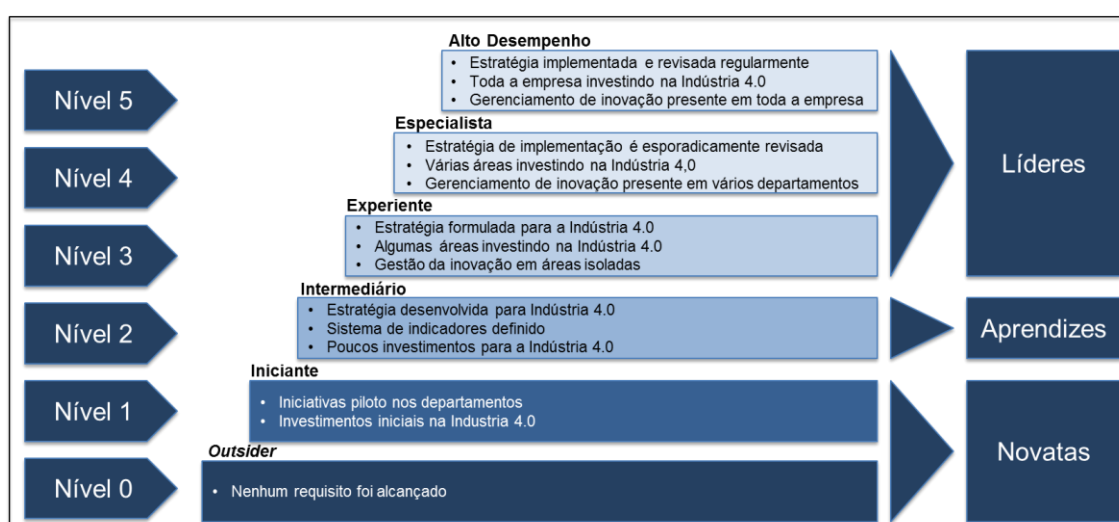


Figura 12: Classificação das empresas de acordo com suas avaliações do nível de preparo relativo ao conceito Indústria 4.0 (Adaptado de Lichtblau *et al.*, 2015).

O Quadro 11 apresenta os critérios de cada um dos níveis, citados na Figura 12, de acordo com cada uma das seis dimensões.

Dimensões	Níveis	Critérios
Estratégia e Organização	0	• Nenhum requisito foi alcançado.
	1	• Iniciativas piloto nos departamentos • Investimentos iniciais relativos à Indústria 4.0
	2	• Estratégia para a Indústria 4.0 foi desenvolvida e definido um sistema de indicadores • Baixo nível de investimentos relativos à Indústria 4.0
	3	• Formalada uma estratégia para a Indústria 4.0 • Investimentos relativos à Indústria 4.0 realizados em algumas áreas • Gerenciamento de Inovações em área isoladas
	4	• Estratégia em implementação e esporadicamente revisada • Investimentos relativos à Indústria 4.0 realizados em várias áreas • Gerenciamento de Inovações estabelecido em vários departamentos
	5	• Estratégia implementadas e regularmente revisa • Investimentos relativos à Indústria 4.0 realizados em toda a empresa • Gerenciamento de Inovações uniforme e implantado em toda a empresa
Fábrica Inteligente	0	• Nenhum requisito foi alcançado.
	1	• A infra-estrutura atual do equipamento satisfaz alguns dos requisitos futuros • Processo de negócios principal suportado por sistemas de TI
	2	• Futuras funcionalidades (parcialmente) atendidas ou atualizáveis até certo ponto • Os dados são coletados (mas em grande parte manualmente) e usados para algumas atividades • Algumas áreas da empresa são integradas e suportadas por sistemas de TI
	3	• Futuras funcionalidades (parcialmente) atendidas ou totalmente atualizáveis • Dados relevantes coletados e utilizados digitalmente em algumas áreas • Suporte de sistemas de TI com links por meio de interfaces
	4	• A infraestrutura atual do equipamento atende os requisitos ou é atualizável • A maioria dos são dados coletados, e alguns são utilizados • Suporte abrangente de TI (sistemas integrados)
	5	• A infraestrutura de equipamentos já atende às futuras funcionalidades • Todos os dados são coletados e usados • Sistema de TI totalmente abrangentes
Operações Inteligentes	0	• Nenhum requisito foi alcançado.
	1	• Primeiros passos para compartilhamento interno de informações entre sistemas integrados • Soluções iniciais de segurança de TI planejadas
	2	• O compartilhamento de informações internas parcialmente implementado • Múltiplas soluções de segurança de TI planejadas ou soluções iniciais em desenvolvimento
	3	• Alguns sistemas integrados para compartilhamento de informações • Soluções de segurança de TI parcialmente implementadas • Soluções iniciais para <i>software</i> baseado em nuvem, armazenamento de dados, análise de dados
	4	• Compartilhamento abrangente de informações por meio de sistemas integrados • Testes de controle autônomo e processos auto-reativos • Soluções abrangente de segurança e uso de nuvem
	5	• Compartilhamento completo de informações por meio de sistemas integrados • Controle autônomo e processos auto-reativos implementados • Soluções abrangentes de segurança de TI e nuvem implementadas
Produtos Inteligentes	0	• Nenhum requisito foi alcançado.
	1	• Os produtos possuem os primeiros sinais de funcionalidades <i>add-on</i>
	2	• Os produtos possuem as primeiras funcionalidades <i>add-on</i> • Dados coletados, mas não analisados / utilizados
	3	• Os produtos possuem múltiplas funcionalidades <i>add-on</i> interconectadas • Alguns dados coletados utilizados para análise
	4	• Os produtos possuem funcionalidades <i>add-on</i> em diferentes áreas • Uso direcionado de dados coletados para determinadas funções
	5	• Os produtos possuem funcionalidades <i>add-on</i> abrangentes • Uso abrangente de dados coletados para várias funções
Serviços Orientados por Dados	0	• Nenhum requisito foi alcançado.
	1	• Serviços orientados por dados, mas sem integração de clientes • Receita inicial gerada a partir de serviços (<1%)
	2	• Serviços orientados por dados, mas sem integração de clientes • Baixa receita gerada a partir de serviços (<2,5%) • Baixo uso de dados da fase de uso (<20% dos dados coletados)
	3	• Serviços orientados por dados, mas sem integração de clientes • Baixa receita gerada a partir de serviços (<7,5%) • Uso de dados (20% - 50% dos dados coletados)
	4	• Serviços orientados a dados por meio da integração do cliente • Receitas geradas a partir de serviços (<10%) • Uso de dados (20% -50% dos dados coletados)
	5	• Serviços orientados por dados por meio da integração do cliente • Receitas geradas a partir de serviços (> 10%) • Alta taxa de uso de dados (> 50% dos dados coletados)
Empregados	0	• Nenhum requisito foi alcançado.
	1	• Os funcionários têm baixos níveis de habilidade em uma área relevante
	2	• Os funcionários têm baixos níveis de habilidades em algumas áreas relevantes
	3	• Os funcionários têm níveis de habilidades adequados em algumas áreas relevantes
	4	• Os funcionários têm níveis de habilidade adequados em várias áreas relevantes
	5	• Todas as habilidades disponíveis em várias áreas relevantes

Quadro 11: Classificação dos níveis de preparo de acordo com as seis dimensões do conceito Indústria 4.0 (Adaptado de Lichtblau *et al.*, 2015).

- **MODELO DE PWC (2016)**

Nesse modelo, a ferramenta de maturidade é projetada para fornecer a empresa uma compreensão da sua posição em relação ao conceito Indústria 4.0, medindo o seu estado atual contra o alvo de maturidade, ao longo de seis dimensões, conforme Quadro 12.

Dimensões	Itens Analisados de Cada Dimensão
Modelos de negócios, Portfólio de Produtos e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Como é o <i>mix</i> de produtos e serviços físicos no portfólio? • Quais características digitais ou serviços são oferecidos? • Qual o nível de digitalização da engenharia?
Mercado e Acesso ao Cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Quais canais são usados para interação com o cliente? • Quais dados são medidos atualmente para entendimento dos clientes? • Como são rastreadas as interações com os clientes?
Cadeias de Valor e Processos	<ul style="list-style-type: none"> • Até qual nível a manufatura é internamente integrada a engenharia? • Como a Cadeia de Suprimentos é gerenciada? • Como são planejadas as capacidades da manufatura?
Arquitetura de TI	<ul style="list-style-type: none"> • Como os processos são suportados pelas tecnologias digitais? • Quais são as capacidades técnicas? • Como a arquitetura de TI suporta os serviços digitais?
<i>Compliance</i> , Legal, Risco, Segurança e Taxa	<ul style="list-style-type: none"> • Como o <i>compliance</i> é assegurado e tecnicamente implementado? • Como os riscos legais são endereçados? • Como a confiança cibernética é assegurada?
Organização e Cultura	<ul style="list-style-type: none"> • Qual é a habilidade da organização para a mudança? • Quais capacidades da Indústria 4.0 / Operações Digitais estão disponíveis na organização?

Quadro 12: Dimensões para avaliação da maturidade das empresas referente ao conceito Indústria 4.0 (Adaptado de PWC, 2016).

Dessa maneira, é possível identificar as necessidades de ação e classificar, passo a passo, o nível de maturidade da empresa ao longo do tempo. Essas seis dimensões compreendem a avaliação por modelo de negócios, portfólio de produtos e serviços; mercado e acesso ao cliente; cadeias de valor e processos; arquitetura de TI; conformidade legal, riscos, segurança e taxas; organização e cultura. Por meio dessas avaliações, a PWC afirma que a empresa pode atingir quatro níveis de maturidade: 1. novato digital; 2. integrador vertical; 3. colaborador horizontal e 4. campeão digital (Figura 13).

	Novato Digital	Integrador Vertical	Colaborador Horizontal	Campeão Digital
Modelos de Negócio, Portfólio de Produtos e Serviços	Primeiras soluções digitais e aplicações isoladas	Carteira de produtos e serviços digitais com <i>software</i> , rede (M2M) e dados como diferenciador-chave	Soluções integradas de clientes em todos os limites da cadeia de suprimentos, colaboração com parceiros externos	Desenvolvimento de novos modelos de negócio disruptivos com portfólio inovador de produtos e serviços, tamanho do lote=1
Mercado e Acesso ao Cliente	A presença on-line é separada dos canais off-line, foco no produto em vez de foco no cliente	Distribuição multicanal com uso integrado de canais on-line e off-line; Análise de dados implantada, e: para personalização	Abordagem e interação individualizada junto ao cliente e parceiros da cadeia de valor	Gerenciamento integrado da jornada do cliente em todos os canais digitais de marketing e vendas com a empatia do cliente e CRM
Cadeias de Valor e Processos	Subprocessos digitalizados e automatizados	Digitalização vertical e integração de processo e fluxo de dados dentro da empresa	Integração horizontal de processos e fluxos de dados com clientes e parceiros externos, uso intensivo de dados	Ecossistema de parceiro totalmente integrado com processos auto otimizáveis e virtualizados, de autonomia descentralizada
Arquitetura de TI	Arquitetura de TI fragmentada, internamente	Arquitetura de TI homogênea, internamente	Arquiteturas de TI comuns na rede de parceiros	Parceiros com <i>Service Bus</i> , troca de dados de forma segura
Compliance, Legal, Risco, Segurança e Impostos	Estruturas tradicionais, digitalização não focada	Desafios digitais reconhecidos, mas não abordados de forma abrangente	Risco legal consistentemente abordado com parceiros de colaboração	Otimização da rede da cadeia de valor em termos legais, de <i>compliance</i> , de segurança e de impostos.
Organização e Cultura	Foco funcional em "silos"	Colaboração funcional cruzada, mas não estruturada e consistente	Colaboração entre fronteiras da empresa, cultura e incentivo ao compartilhamento	Colaboração como um <i>driver</i> de valor-chave

Figura 13: Dimensões e os respectivos níveis de maturidade referente ao conceito Indústria 4.0 (Adaptado de PWC, 2016).

Para realizar essa avaliação, a PWC disponibiliza uma ferramenta *on-line*, de modo que as empresas possam realizar uma autoavaliação, de acordo com o ramo de sua atividade. Essa ferramenta conta com trinta e três, distribuídas entre as seis dimensões, mais as perguntas gerais sobre a empresa. Essas questões são avaliadas por meio de escala *Likert*, de modo que, ao final da pesquisa um gráfico de radar é apresentado, por dimensão, e a empresa é classificada em um dos quatro níveis da Figura 14.

- **MODELO DA ACATECH (2017)**

A Acatech afirma que para as organizações atingirem o conceito Indústria 4.0, adquirindo aprendizagem ágil, capazes de rápidas adaptações em um ambiente em constante mudança, é necessário que utilizem um modelo de maturidade, como apoio a essas transformações (Figura 14).

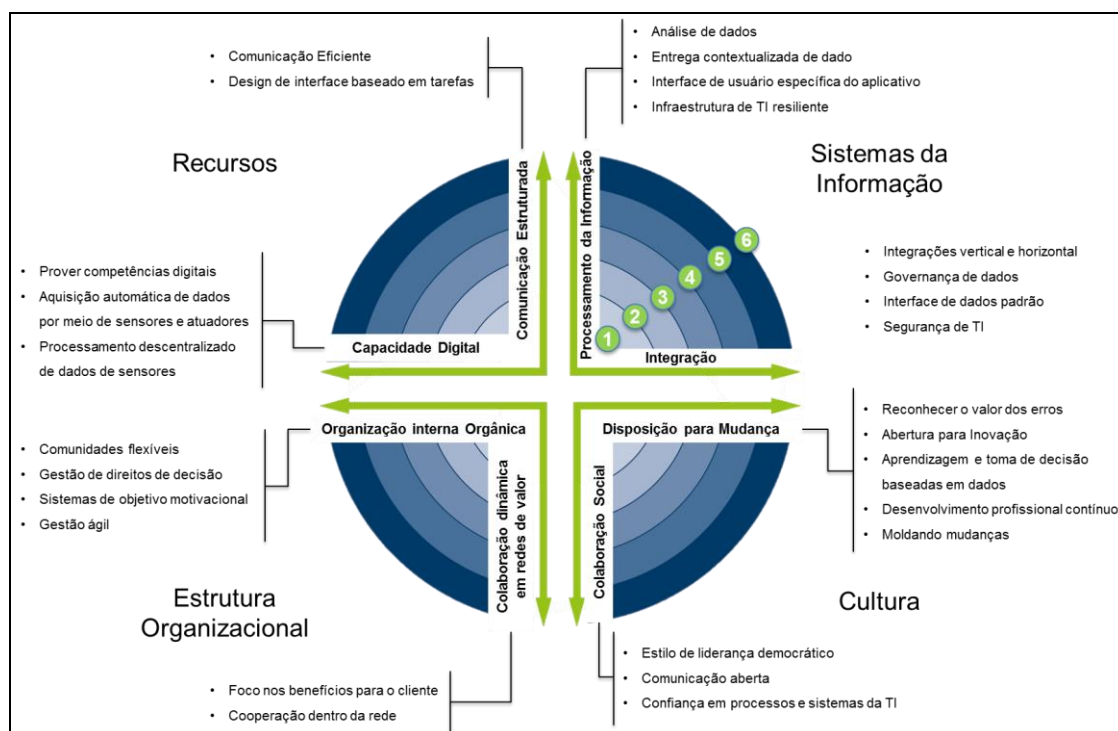


Figura 14 – Modelo de maturidade no contexto da Indústria 4.0 (Adaptado de ACATECH, 2017).

O modelo proposto pela ACATECH compreende seis estágios de maturidade, em que a conquista do nível máximo em cada estágio oferece benefícios tecnológicos e financeiros adicionais para a empresa. Esse modelo concentra-se em quatro áreas chave (Sistemas da Informação, Cultura, Estratégia Organizacional e Recursos), cada uma delas com dois princípios fundamentais, divididos em dois eixos (transversal e vertical da matriz da maturidade). Nesses eixos estão os requisitos que as empresas deverão avaliar, por meio de questionário próprio, para identificar seu nível de maturidade no contexto da Indústria 4.0 (Figura 15).

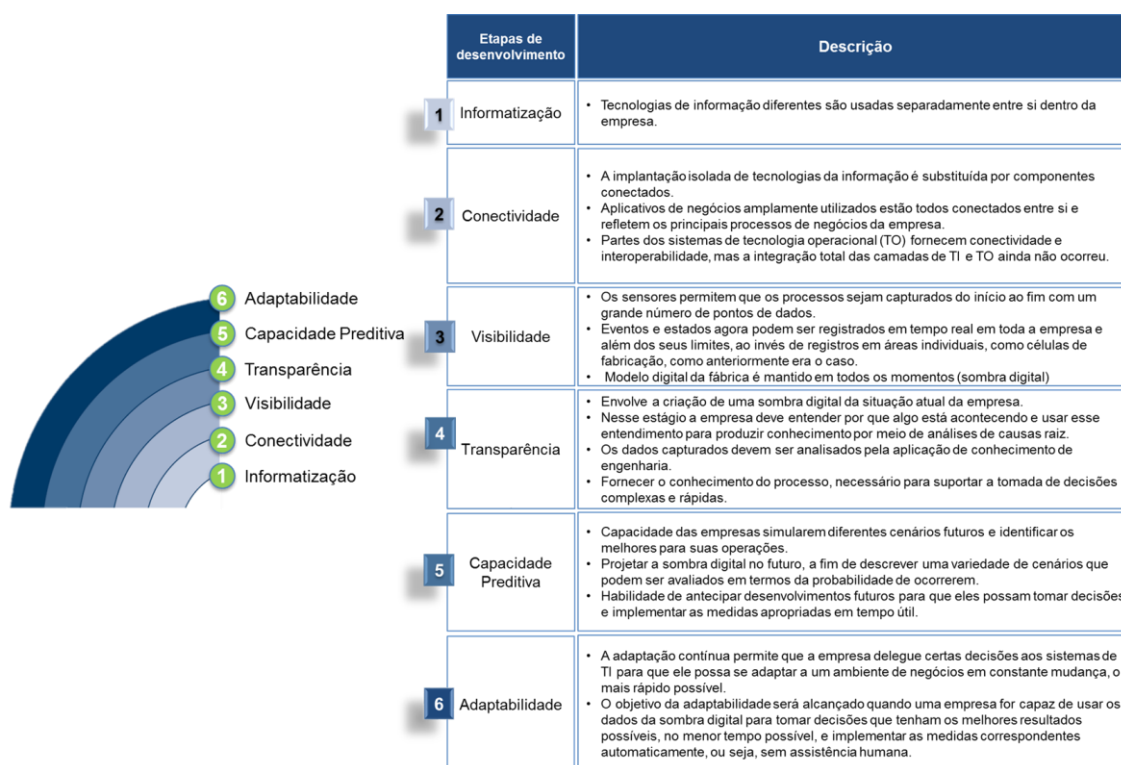


Figura 15 – Estágios de maturidade ou preparo no contexto da Indústria 4.0 (Adaptado de ACATECH, 2017).

Segundo a ACATECH (2017), o principal desafio para as empresas que desejam implementar o conceito Indústria 4.0 é colocar esses princípios em prática, desenvolvendo as várias capacidades descritas na avaliação. O objetivo é gerar conhecimento de dados para transformar a empresa em uma organização ativa e ágil, permitindo processos rápidos de tomada de decisão e adaptação em todas as partes do negócio. A aquisição dessa agilidade oferece às empresas uma vantagem competitiva significativa em um ambiente disruptivo.

A abordagem do modelo da ACATECH (2017) baseia-se em uma sucessão de estágios de maturidade, ou seja, níveis de desenvolvimento baseados em valores que auxiliam as empresas a navegar em cada etapa da transformação, desde os requisitos básicos da Indústria 4.0 até a implementação total. O estado-alvo pretendido pela empresa dependerá da sua estratégia de negócios, sendo que cabe a cada empresa decidir qual estágio de maturidade representa o melhor equilíbrio entre custos, capacidades e

benefícios para suas próprias circunstâncias individuais, levando em conta a forma como esses requisitos mudam ao longo do tempo, e como serão as respostas a essas mudanças, no ambiente de negócios e na estratégia da empresa.

Dessa forma, para a ACATECH (2017), mesmo que a empresa esteja avançada em sua jornada para implantação do conceito Indústria 4.0, será comum que ocorram disparidades com relação aos níveis de maturidade dos departamentos internos à empresa, pois nem todo o investimento e implantação das tecnologias, e das outras etapas do conceito Indústria 4.0, precisam necessariamente ocorrer de forma simultânea em toda a empresa. O recomendado é que ela siga as definições de seu roteiro estratégico (*roadmap*).

Para garantir que todos os aspectos das empresas sejam levados em consideração, a estrutura do modelo da ACATECH (2017) é baseada na estrutura de gerenciamento e produção. As quatro áreas chave dessa estrutura possibilita uma análise abrangente e estabelecem uma série de princípios que permitem às empresas identificar quais os recursos da Indústria 4.0 que ainda precisam desenvolver. Assim, esse modelo oferece às empresas uma ferramenta que pode ajudá-las a transformar toda a organização no intuito de alcançar o conceito Indústria 4.0.

2.3.2. COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS APRESENTADOS

Após o estudo dos cinco modelos, foi desenvolvido um quadro comparativo como forma de auxílio para identificação das similaridades e diferenças entre os modelos (Quadro 13).

Autores	Dimensões	Quantidade de Subdimensões/Itens de Maturidade	Método de avaliação	Apresentação dos Resultados
Schumacher, Erol e Sihn (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia • Liderança • Clientes • Produtos • Operações • Cultura • Pessoas • Governança • Tecnologia 	62 Itens/subdimensões	<p>Escala Likert de 1 a 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1= Conceito não implementado 5 = Conceito totalmente implementado <p>Níveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 = Otimizado • 4 = Previsível • 3 = Estabelecido • 2 = Gerenciado • 1 = Executado • 0 = Incompleto 	Gráfico de radar de acordo com a pontuação atribuída na escala Likert para cada um dos itens de maturidade.
Gökalp, Şener, e Eren (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de Ativos • Governança de Dados • Gestão de Aplicações • Transformação do Processo • Alinhamento Organizacional 	17 Itens/subdimensões	<p>31 questões, com resultados em escala Likert, para identificação do nível de maturidade e classificação da empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 = Alto Desempenho • 4 = Especialista • 3 = Experiente • 2 = Intermediário • 1 = Iniciante • 0 = Outsider 	Gráfico de dispersão, no qual o eixo X é composto pelas dimensões e Y pelos níveis (de 0 a 5) que cada uma das dimensões podem alcançar.
Lichtblau et al., 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia e Organização • Fábrica Inteligente • Operações Inteligentes • Produtos Inteligentes • Serviços Orientados por Dados • Empregados 	18 Itens/subdimensões	<p>33 questões, com resultados em escala Likert, para identificação do nível de maturidade e classificação da empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 = Campeão Digital • 3 = Colaborador Horizontal • 2 = Integrador Vertical • 1 = Novato Digital 	Pontuação relativa às respostas das 31 questões, atribuindo o nível (de 0 a 5) e a classificação (Líderes, Aprendizes e Novatas).
PWC, 2016	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de negócios, Portfólio de Produtos e Serviços • Mercado e Acesso ao Cliente • Cadeia de valor e Processos • Arquitetura de TI • Compliance, Legal, Risco Segurança e Taxa • Organização e Cultura 	17 Itens/subdimensões	<p>33 questões, com resultados em escala Likert, para identificação do nível de maturidade e classificação da empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 = Adaptabilidade • 4 = Capacidade Preditiva • 3 = Transparência • 2 = Visibilidade • 1 = Informatização 	Pontuação relativa às respostas das 33 questões, atribuindo o nível (de 1 a 5) e a classificação (Novato Digital, Integrador Vertical, Colaborador Horizontal e Campeão Digital).
Acatech, 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos • Sistemas da Informação • Estrutura Organizacional • Cultura 	16 Itens/subdimensões	<p>31 questões, com resultados em escala Likert, para identificação do nível de maturidade e classificação da empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 = Alto Desempenho • 4 = Especialista • 3 = Experiente • 2 = Intermediário • 1 = Iniciante • 0 = Outsider 	Gráfico de radar, de acordo com a pontuação atribuída a cada um dos itens de maturidade para a identificação das etapas.

Quadro 13 – Análise comparativa dos cinco modelos apresentados.

2.4. ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Como pode ser observado nos modelos de maturidade, a estratégia, cultura e estrutura organizacional são temas fundamentais para as empresas

que pretendem analisar os próximos passos dos seus modelos de negócio, o que justifica a inserção neste trabalho.

Como acontece nos momentos de grandes mudanças organizacionais, as empresas que pretendem adotar novos processos, tecnologias, métodos e, até mesmo, novos modelos de negócios, devem primeiramente alinhar suas estratégias, de modo que analisem quais são os passos mais importantes para essa mudança, qual o ritmo da mudança, o que deve ser medido, onde pretendem chegar ao final do período de introdução e maturação, e quais os riscos e impactos ao final da jornada. Isso também deve ocorrer em relação à introdução do conceito Indústria 4.0 (ACATECH, 2017; LANZA *et al.*, 2016; HÜBNER, 2017). Conforme observado em cinco dos dez modelos apresentados na seção 2.3.

O alinhamento da nova estratégia inicia-se quando a empresa, parceiros, clientes e acionistas entendem que é o momento de adotar novos rumos em relação a sua estrutura organizacional, mercado, tecnologias, cultura e modelo de negócio. Neste momento, são definidas as dimensões em que toda a cadeia de valor se envolverá, para que esta seja transformada, de modo que novos desafios, ou fatores críticos para o sucesso, sejam definidos (WESTPHAL; FREDRICKSON, 2001; BHASIN, 2012; LOORBACH; WIJSMAN, 2013; CHEUCK; LI, 2015).

Quando se tem uma estratégia em transformação, é importante desenvolver um roteiro (*roadmap*) que contemple todo o planejamento estratégico de curto, médio e longo prazo. Nesse roteiro constarão os fatores críticos da estratégia, como atendimento aos requisitos dos clientes, dos acionistas e do negócio, atendimentos aos procedimentos, normas e legislações, atendimento às necessidades dos colaboradores, desenvolvimento ou implantação de novas tecnologias, um cronograma, a priorização dos itens de ação da estratégia e mudança na estrutura organizacional, bem como na cultura da empresa (BLACKWELL *et al.*, 2008; HO; O'SULLIVAN, 2017; MAXWELL, 2016; ACATECH, 2017; VDE, 2014).

Para que toda a mudança aconteça de maneira robusta, deve-se primeiramente entender a estrutura organizacional atual e quais as alterações necessárias para se atingir a nova estratégia, e conseqüentemente, o novo modelo de negócio. A estrutura organizacional é composta por todos os recursos da empresa, materiais e humanos, subdivididos em departamentos, e, mesmo possuindo metas específicas, devem convergir ao mesmo objetivo estratégico (ROSENBERG; KELLER, 2016; LIVNE-TARANDACH; BARTUNEK, 2009; ABRELL-VOGEL; ROWOLD, 2014).

Quando ocorre uma grande transformação na estratégia da empresa, como a introdução do conceito Indústria 4.0, deve-se desenvolver a integração entre todos os seus departamentos, mesmo que estes possuam metas diferentes e períodos diferentes de mudança. Isso torna todos parte da mudança e propicia um entendimento claro dos objetivos a serem atendidos em cada fase da mudança (HOFMANN, 2009; O'REILLY *et al.*, 2010; ACATECH; 2015; STOCK, SELIGER, 2016).

O gerenciamento de mudanças pode ser considerado uma parte importante para a empresa, permitindo-lhe guiar seus colaboradores por diferentes caminhos, porém, objetivando os mesmos resultados ao final da jornada. Esse gerenciamento, quando bem executado, provém o suporte inicial para a mudança cultural da organização, possibilitando a eliminação de parte dos riscos inerentes às mudanças, principalmente aqueles relacionados à aceitação, habilidade e capacidade dos colaboradores, independente dos níveis hierárquicos (STANLEIGH, 2008; BORDUM, 2010; VERLE; MARKIC; KODRIC, 2014; KIM; MCCUNN; LEW, 2017).

A mudança cultural, quando bem estruturada, pode formar o alicerce para as próximas mudanças, necessárias para atingir-se os desafios de uma nova estratégia. Quando os colaboradores entendem claramente quais são os desafios, e quais serão os resultados ao atingi-los, pode-se dizer que a empresa possui uma cultura já arraigada, e os próximos passos para a introdução dos outros fatores críticos de sucesso poderão acontecer de forma mais robusta e estável (KIRSCH; CHELLIAH; PARRY, 2012; SINGH, 2013; WHITELEY; PRICE;

PALMER, 2013; COULSON-THOMAS, 2014; BARRATT-PUGH; BAHN; GAKERE, 2013).

Existem várias ferramentas relacionadas ao gerenciamento de mudanças, que podem auxiliar as empresas a realizarem uma mudança de forma mais branda. Neste contexto, uma ferramenta bastante eficaz é a comunicação constante, objetiva e clara, e o desenvolvimento de constantes treinamentos relacionados às mudanças, aos novos procedimentos e tecnologias, e sobre o novo contexto da organização perante a nova estratégia (FINNEY; SCHERREBECK-HANSEN, 2010; PATON; MCCALMAN, 2008; DOZIER; GRUNIG; GRUNIG, 2010; HAYES, 2014; CAMERON; GREEN, 2015).

Além da mudança cultural, necessita-se preparar os colaboradores para as mudanças tecnológicas, de modo a treiná-los e, no caso do conceito Indústria 4.0, prepará-los para um formato de trabalho e tomada de decisões, que ocorrerá de maneira muito mais rápida e descentralizada (AHMADY; NIKOORAVESH; MEHRPOUR, 2016; PRINZ *et al.*, 2016; WANK *et al.*, 2016; ACATECH, 2017).

Assim, considerando todo o impacto que uma mudança na estratégia pode trazer para a organização, o roteiro deve ser desenvolvido e frequentemente atualizado e comunicado em todos os níveis da empresa, mantendo o engajamento de todos os colaboradores, considerando, principalmente, a velocidade das mudanças tecnológicas pertencentes ao conceito Indústria 4.0 (ACATECH, 2017; VDE, 2013; VDMA, 2016).

3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa gera conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de um problema específico, trabalha com dados obtidos por meio de pesquisa bibliográfica, proporciona maior familiaridade com o problema e envolve o estudo aprofundado de uma situação para obter conhecimento amplo e detalhado. Portanto, é classificada, quanto à natureza como pesquisa aplicada, quanto à forma de abordagem do problema como pesquisa qualitativa, quanto aos objetivos como pesquisa exploratória, e quanto aos procedimentos como estudo teórico conceitual para desenvolvimento de um modelo (GIL, 2010; PRODANOV; FREITAS, 2013; MARCONI; LAKATOS, 2013).

Para verificar a aplicabilidade do modelo, será realizada uma pesquisa de campo exploratória, com o objetivo de obter informações acerca do problema de pesquisa, por meio de observações, coleta e registro de fatos. Nessa pesquisa, será realizado um estudo que utiliza procedimento específico para análise de conteúdo, extração de generalizações, com o propósito de produzir categorias conceituais que possam vir a ser operacionalizadas em estudos posteriores (MARCONI; LAKATOS, 2013).

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho é composta por cinco etapas. A etapa 1 identifica as principais tecnologias da indústria 4.0, como os sistemas físico-cibernéticos, Internet das Coisas e Internet dos serviços, objetos inteligentes e *Big Data*. A etapa 2 identifica os modelos de maturidade para a Indústria 4.0, com posterior seleção dos modelos para referência e definição das dimensões para avaliação. A etapa 3 caracteriza as atividades da logística, da logística interna e os equipamentos e tecnologias da logística interna. A etapa 4 caracteriza a logística interna no conceito Indústria 4.0. A etapa 5 aborda o desenvolvimento do modelo de avaliação, aplicação desse modelo e apresentação dos resultados (Figura 16).

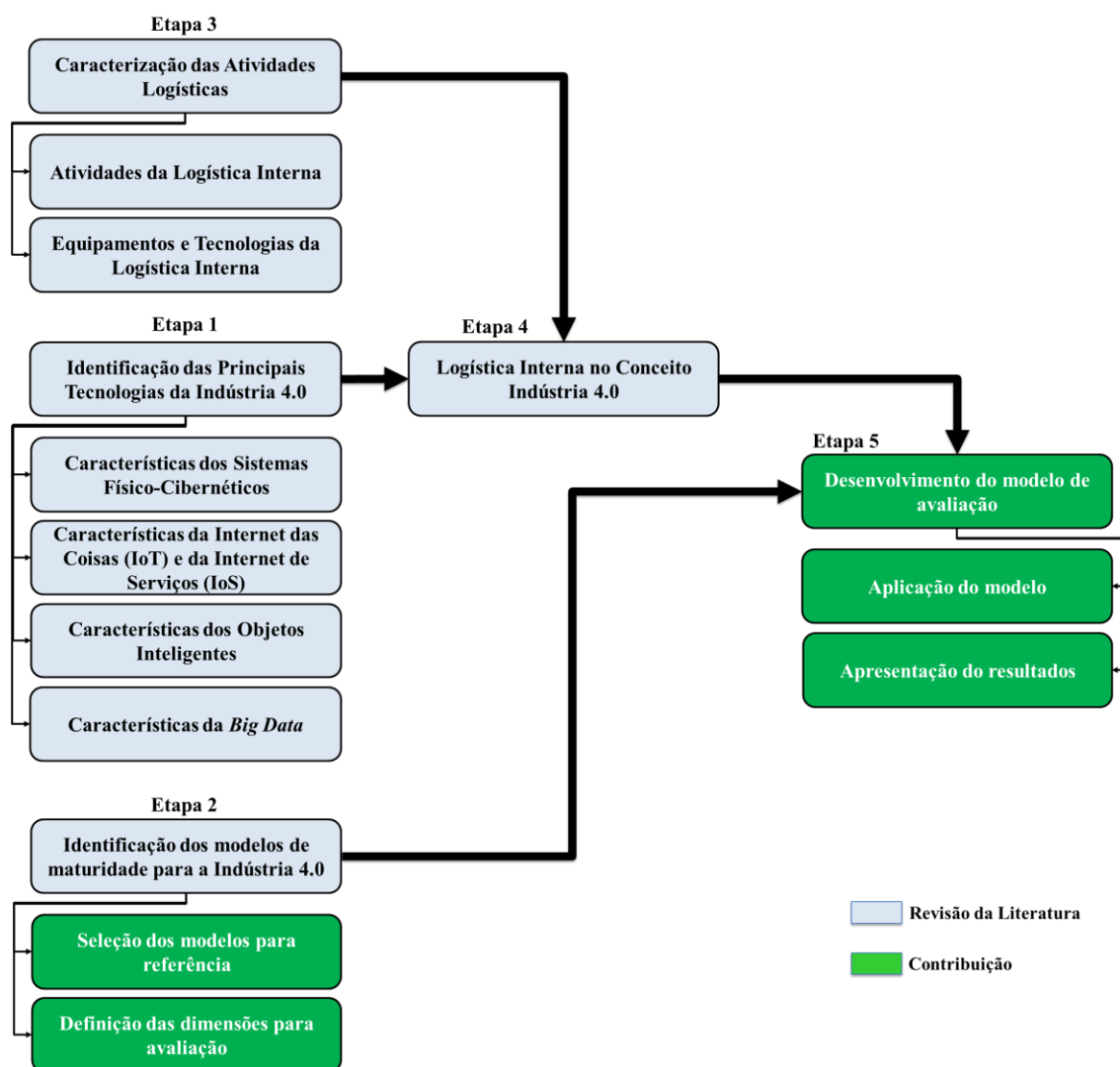


Figura 16 – Abordagem metodológica.

3.1. ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE AVALIAÇÃO

Como a etapa 1, parte inicial da etapa 2, etapa 3, e etapa 4, fazem parte da revisão da literatura, os próximos passos do desenvolvimento do modelo iniciarão com a etapa 2 e finalizarão com a apresentação da etapa 5.

3.1.1. SELEÇÃO DOS MODELOS PARA REFERÊNCIA E DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES PARA AVALIAÇÃO (ETAPA 2)

Para o desenvolvimento do modelo de avaliação, foram selecionados os modelos desenvolvidos por Schumacher, Erol e Sihn (2016), Gökalp, Şener e Eren (2017), dois dos modelos pesquisados por eles (Lichtblau *et al.*, 2015 e PWC, 2016) mais o modelo desenvolvido pela ACATECH (2017), conforme

apresentado na Quadro 14. Esses cinco modelos são os que podem melhor avaliar o preparo das empresas, de forma macro, quanto à implantação do conceito Indústria 4.0, permitindo a utilização dessa análise para que identifiquem lacunas e os pontos para adequação ou desenvolvimento dos seus modelos de negócio.

Modelos de Maturidade ou Preparo Selecionados	
Título	Autor-Ano
A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises	Schumacher; Erol; Sihm, 2016
Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM	Gökalp, Şener, e Eren (2017)
IMPULS – Industrie 4.0 Readiness	Lichtblau <i>et al.</i> , 2015
Industry 4.0 / Digital Operations Self Assessment	PWC, 2016
Industrie 4.0 Maturity Index	ACATECH, 2017

Quadro 14 – Modelos de avaliação/maturidade selecionados como apoio ao desenvolvimento do modelo.

Os outros cinco modelos apresentados no Quadro 15 foram excluídos por abordarem apenas as avaliações das tecnologias da informação e comunicação, por falta de informações que auxiliem no entendimento do próprio modelo proposto, ou pelo fato do modelo não estar concluído, possuindo apenas itens macro de avaliação em sua estrutura, conforme apresentado no capítulo 2.3.

Modelos Excluídos		
Modelo	Autor-Ano	Critério para Exclusão
Empowered and Implementation Strategy for Industry	Lanza <i>et al.</i> , 2016	Escassez de informação relativa o desenvolvimento e aplicação do modelo.
The Connected Enterprise Maturity Model	Rockwell Automation, 2014	Avaliação apenas das tecnologias da informação e comunicação.
I 4.0 Reifegradmodell	FH Oberösterreich, 2015	Avaliação apenas das tecnologias da informação e comunicação.
Towards a maturity modeling approach for the implementation of industrial internet	Menon, Kärkkäinen, Lasrado, 2016	Modelo incompleto, possuindo apenas itens macro de avaliação em sua estrutura.
SIMMI 4.0 – A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0	Leyh <i>et al.</i> , 2016	Avaliação apenas das tecnologias da informação e comunicação.

Quadro 15 – Modelos de avaliação/maturidade excluídos da pesquisa.

Os cinco modelos utilizados para apoiar o desenvolvimento do modelo possuem como base para a avaliação, a definição de dimensões, constituídas por itens considerados chave para a avaliação do conceito Indústria 4.0 (Quadro 16).

Modelos	Schumacher; Erol; Sihh, 2016	Gökalp, Şener, e Eren (2017)	Lichtblau <i>et al.</i> , 2015	PWC, 2016	ACATECH, 2017
Dimensões ou Área de Foco	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia • Liderança • Clientes • Produtos • Operações • Cultura • Pessoas • Governança • Tecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de Ativos • Governança de Dados • Gestão de Aplicações • Transformação do Processo • Alinhamento Organizacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia e Organização • Fábrica Inteligente • Operações Inteligentes • Produtos Inteligentes • Serviços Orientados por Dados • Empregados 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado e Acesso ao Cliente • Cadeias de Valor e Processos • Arquitetura de TI • <i>Compliance</i>, Legal, Risco, Segurança e Taxa • Organização e Cultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos • Sistemas da Informação • Cultura • Estrutura Organizacional

Quadro 16 – Dimensões dos Modelos de avaliação/maturidade.

Analisando cada um dos modelos, nota-se que algumas das dimensões se repetem, como a dimensão Estratégia e Cultura, presentes em três modelos; Organização, presente em quatro modelos; e a dimensão Tecnologias da Informação e Comunicação, presente em todos os modelos.

A diferença básica entre os modelos, são as subdimensões ou itens de apoio, utilizados por cada um dos autores, conforme exposto nos Quadros 17, 18, 19, 20 e 21. Essas subdimensões ou itens de apoio são, ou compõem, as variáveis que cada modelo avalia perante ao conceito Indústria 4.0. Por meio dessas subdimensões, os modelos analisam de forma mais específica cada componente considerado fundamental para o conceito, identificando lacunas e/ou pontos fortes de cada uma das dimensões principais do modelo. Assim, com a análise subdimensões os autores procuram fazer uma avaliação mais aprofundada das empresas.

Modelo	Dimensões	Subdimensões ou Itens de Apoio
Schumacher; Erol; Sihn, 2016	Estratégia	<ul style="list-style-type: none"> •Utilização de um roteiro da Indústria 4.0 •Existência de uma estratégia para a transformação digital •Compatibilidade da Indústria 4.0 com as estratégias da empresa
	Liderança	<ul style="list-style-type: none"> •Disposição dos líderes •Competências e métodos de gestão •Comunicação e documentação das atividades da Indústria 4.0
	Clientes	<ul style="list-style-type: none"> •Utilização de dados de clientes •Digitalização de vendas / serviços •Competência de mídia digital do cliente
	Produtos	<ul style="list-style-type: none"> •Individualização de produtos •Digitalização de produtos •Integração de produtos em outros sistemas
	Operações	<ul style="list-style-type: none"> •Recursos disponíveis para a Indústria 4.0 •Modelagem e simulação •Descentralização de processos
	Cultura	<ul style="list-style-type: none"> •Compartilhamento do conhecimento •Colaboração interdisciplinar e interdepartamental •Inovação aberta e colaboração entre empresas
	Pessoas	<ul style="list-style-type: none"> •Autonomia dos funcionários •Abertura dos funcionários às novas tecnologias •Competências dos funcionários para as tecnologias da informação e comunicação
	Governança	<ul style="list-style-type: none"> •Existência de coordenação central para a Indústria 4.0 •Proteção da propriedade intelectual •Regulamentos trabalhistas para a Indústria 4.0 •Sustentabilidade do modelo de negócio atual para a Indústria 4.0
	Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> •Adequação de padrões tecnológicos •Valor das tecnologias da informação e comunicação na empresa •Utilização da comunicação máquina-máquina •Utilização de dispositivos móveis •Existência de tecnologias da informação e comunicação modernas

Quadro 17 – Dimensões e subdimensões do modelo de Schumacher, Erol e Sihn, 2016.

Modelo	Dimensões	Subdimensões ou Itens de Apoio
Gökalp, Şener, e Eren (2017)	Gestão de Ativos	<ul style="list-style-type: none"> •Práticas de aspecto não são executadas •Operações básicas de negócios não são realizadas •Tentativa de transição para a Indústria 4.0
	Governança de Dados	<ul style="list-style-type: none"> •A infraestrutura de tecnologias inteligentes é instalada e operada de forma independente •Itens físicos são representados por um mundo virtual
	Gestão de Aplicações	<ul style="list-style-type: none"> •Integração Vertical e sistemas de manufatura em rede •Desenvolvimento de uma linguagem comum com seus próprios sinais e semânticas •Qualificação padronizada de processos e operações
	Transformação do Processo	<ul style="list-style-type: none"> •Integração horizontal por meio de redes de valor •Operações e processos controlados •Big Data, Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial
	Alinhamento Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> •Integração de ponta a ponta da engenharia por toda a cadeia de valor •Processos de negócios inovadores •Adaptação contínua •Auto otimização

Quadro 18 – Dimensões e subdimensões do modelo de Gökalp, Şener, e Eren, 2017.

Modelo	Dimensões	Subdimensões ou Itens de Apoio
Lichtblau <i>et al.</i> , 2015	Estratégia e Organização	<ul style="list-style-type: none"> •Estratégia •Investimentos •Compartilhamento de receitas •Gerenciamento da Inovação
	Fábrica Inteligente	<ul style="list-style-type: none"> •Modelagem digital •Utilização de nuvens •Processos autônomos
	Operações Inteligentes	<ul style="list-style-type: none"> •Infraestrutura de equipamentos •Sistemas de TI •Segurança de TI •Funcionalidades dos sistemas da informação e comunicação
	Produtos Inteligentes	<ul style="list-style-type: none"> •Utilização de dados •Compartilhamento da informação
	Serviços Orientados por Dados	<ul style="list-style-type: none"> •Serviços orientados por dados •Compartilhamento de dados •Análise de dados em fase de uso
	Empregados	<ul style="list-style-type: none"> •Aquisição de habilidade •Conjunto de habilidades dos empregados

Quadro 19 – Dimensões e subdimensões do modelo de Lichtblau *et al.*, 2015.

Modelo	Dimensões	Subdimensões ou Itens de Apoio
PWC, 2016	Mercado e Acesso ao Cliente	<ul style="list-style-type: none"> •Soluções integradas de clientes em todos os limites da cadeia de suprimentos, colaboração com parceiros externos •Gerenciamento integrado da jornada do cliente em todos os canais digitais de marketing e vendas com a empatia do cliente e CRM
	Cadeias de Valor e Processos	<ul style="list-style-type: none"> •Abordagem e interação individualizada junto ao cliente e parceiros da cadeia de valor •A presença on-line é separada dos canais off-line, foco no produto em vez de foco no cliente •Distribuição multicanal com uso integrado de canais on-line e off-line; Análise de dados implantada; Personalização •Digitalização vertical e integração de processo e fluxo de dados dentro da empresa •Integração horizontal de processos e fluxos de dados com clientes e parceiros externos, uso intensivo de dados •Colaboração funcional cruzada, mas não estruturada e consistente •Ecossistema de parceiro totalmente integrado com processos auto otimizáveis e virtualizados, de autonomia descentralizada
	Arquitetura de TI	<ul style="list-style-type: none"> •Primeiras soluções digitais e aplicações isoladas •Arquitetura de TI fragmentada, internamente •Arquitetura de TI homogênea, internamente •Arquiteturas de TI comuns na rede de parceiros •Carteira de produtos e serviços digitais com software, rede (M2M) e dados como diferenciador-chave •Subprocessos digitalizados e automatizados •Desafios digitais reconhecidos, mas não abordados de forma abrangente
	Compliance, Legal, Risco, Segurança e Taxa	<ul style="list-style-type: none"> •Risco legal consistentemente abordado com parceiros de colaboração •Parceiros com <i>Service Bus</i>, troca de dados de forma segura •Otimização da rede da cadeia de valor em termos legais, de compliance, de segurança e de impostos.
	Organização e Cultura	<ul style="list-style-type: none"> •Foco funcional em "silos" •Estruturas tradicionais, digitalização não focada •Colaboração como um driver de valor-chave •Colaboração entre fronteiras da empresa, cultura e incentivo ao compartilhamento •Desenvolvimento de novos modelos de negócio disruptivos com portfólio inovador de produtos e serviços

Quadro 20 – Dimensões e subdimensões do modelo PWC, 2016.

Modelo	Dimensões	Subdimensões ou Itens de Apoio
Acatech, 2017	Recursos	<ul style="list-style-type: none"> •Infraestrutura de TI resiliente •Prover competências digitais
	Sistemas da Informação	<ul style="list-style-type: none"> •Aquisição automática de dados por meio de sensores e atuadores •Segurança de TI •Aprendizagem e toma de decisão baseadas em dados •Governança de dados •Interface de dados padrão •Interface de usuário específica do aplicativo •Entrega contextualizada de dados •Análise de dados •Design de interface baseado em tarefas
	Cultura	<ul style="list-style-type: none"> •Abertura para Inovação •Reconhecer o valor dos erros •Desenvolvimento profissional contínuo •Moldando mudanças •Estilo de liderança democrático •Comunicação aberta •Comunicação eficiente •Confiança em processos e sistemas da informação •Sistemas de objetivo motivacional
	Estrutura Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> •Comunidades flexíveis •Gestão ágil •Integrações vertical e horizontal •Foco nos benefícios para o cliente •Processamento descentralizado de dados de sensores •Cooperação dentro da rede •Gestão de direitos de decisão

Quadro 21 – Dimensões e subdimensões do modelo Acatech, 2017.

Outro ponto adotado por todos os modelos são os níveis de preparo ou maturidade que cada empresa pode alcançar, dependendo de sua avaliação, perante as dimensões, subdimensões ou itens para avaliação (Quadro 22).

Modelos	Schumacher; Erol; Sihm, 2016	Gökalp, Şener, e Eren (2017)	Lichtblau et al., 2015	PWC, 2016	ACATECH, 2017
Escala do Nível de Preparo ou Maturidade	<ul style="list-style-type: none"> • Escala Likert (1 a 5): ➢ 1 = Sem Distinção ➢ 5 = Distinto 	<ul style="list-style-type: none"> • Níveis de 0 a 5: ➢ Nível 0 = Incompleto ➢ Nível 1 = Executado ➢ Nível 2 = Gerenciado ➢ Nível 3 = Estabelecido ➢ Nível 4 = Previsível ➢ Nível 5 = Otimizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Níveis de 0 a 5: ➢ Nível 0 = <i>Outsider</i> ➢ Nível 1 = Iniciante ➢ Nível 2 = Intermediário ➢ Nível 3 = Experiente ➢ Nível 4 = Especialista ➢ Nível 5 = Alto Desempenho 	<ul style="list-style-type: none"> • Níveis de 1 a 4: ➢ Nível 1 = Novato Digital ➢ Nível 2 = Integrador Vertical ➢ Nível 3 = Colaborador Horizontal ➢ Nível 4 = Campeão Digital 	<ul style="list-style-type: none"> • Estágios de 1 a 6: ➢ Estágio 1 = Informatização ➢ Estágio 2 = Conectividade ➢ Estágio 3 = Visibilidade ➢ Estágio 4 = Transparência ➢ Estágio 5 = Capacidade Preditiva ➢ Estágio 6 = Adaptabilidade

Quadro 22 – Níveis de maturidade ou preparo utilizados nos modelos.

Essas dimensões e subdimensões têm como objetivo auxiliar as empresas no desenvolvimento de um roteiro (*roadmap*) de implantação do conceito Indústria 4.0.

Para o desenvolvimento do modelo de avaliação, teve-se como base o processo metodológico de triangulação iterativa de Lewis (1998), que utiliza

iterações sistemáticas entre a revisão da literatura, estudos de casos existentes, e análise intuitiva com base em experiência e julgamento do pesquisador. Aqui, os estudos de casos são substituídos pela pesquisa de campo exploratória.

O modelo proposto possui quatro dimensões *i)* Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional; *ii)* Infraestrutura das Atividades da Logística Interna *iii)* Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação; *iv)* Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio. Essas dimensões, segundo os autores estudados, são consideradas importantes para avaliação do conceito Indústria 4.0, pois formam a base para uma implantação sólida do conceito. A dimensão relativa à Infraestrutura das Atividades da Logística Interna, foi desenvolvida pelo pesquisador deste trabalho e, embora esteja fundamentada no conceito Indústria 4.0, possui uma aplicação específica às atividades da logística interna. Para a definição dessa dimensão, foram utilizadas como apoio, as atividades pertencentes à logística interna (recebimento de materiais, gerenciamento de estoques, movimentação e manuseio de materiais, armazenagem de materiais, coleta, embalagem e expedição), citadas por Porter (1989) e Lima *et al.* (2017).

Para a identificação e seleção dessas dimensões, seguiu-se as etapas abaixo e, por meio dessas etapas, desenvolveu-se a Figura 17:

- etapa 1 – identificação das dimensões nos modelos e na literatura: por meio da pesquisa dos cinco modelos selecionados como apoio, e pela pesquisa na literatura;
- etapa 2 - identificação da composição de cada dimensão: tantos os autores dos cinco modelos, quando os pesquisados na literatura, fornecem detalhes relativos à quais itens, do conceito Indústria 4.0, essas dimensões estão relacionadas e como esses itens são avaliados, com o apoio dessas dimensões;

- etapa 3 - construção das dimensões deste trabalho: utilizando as definições de cada dimensão e por meio da contribuição do pesquisador deste trabalho, pode-se verificar as similaridades ou complementações entre elas, possibilitando que fossem analisadas e agrupadas, formando as quatro dimensões apresentadas na Figura 17.

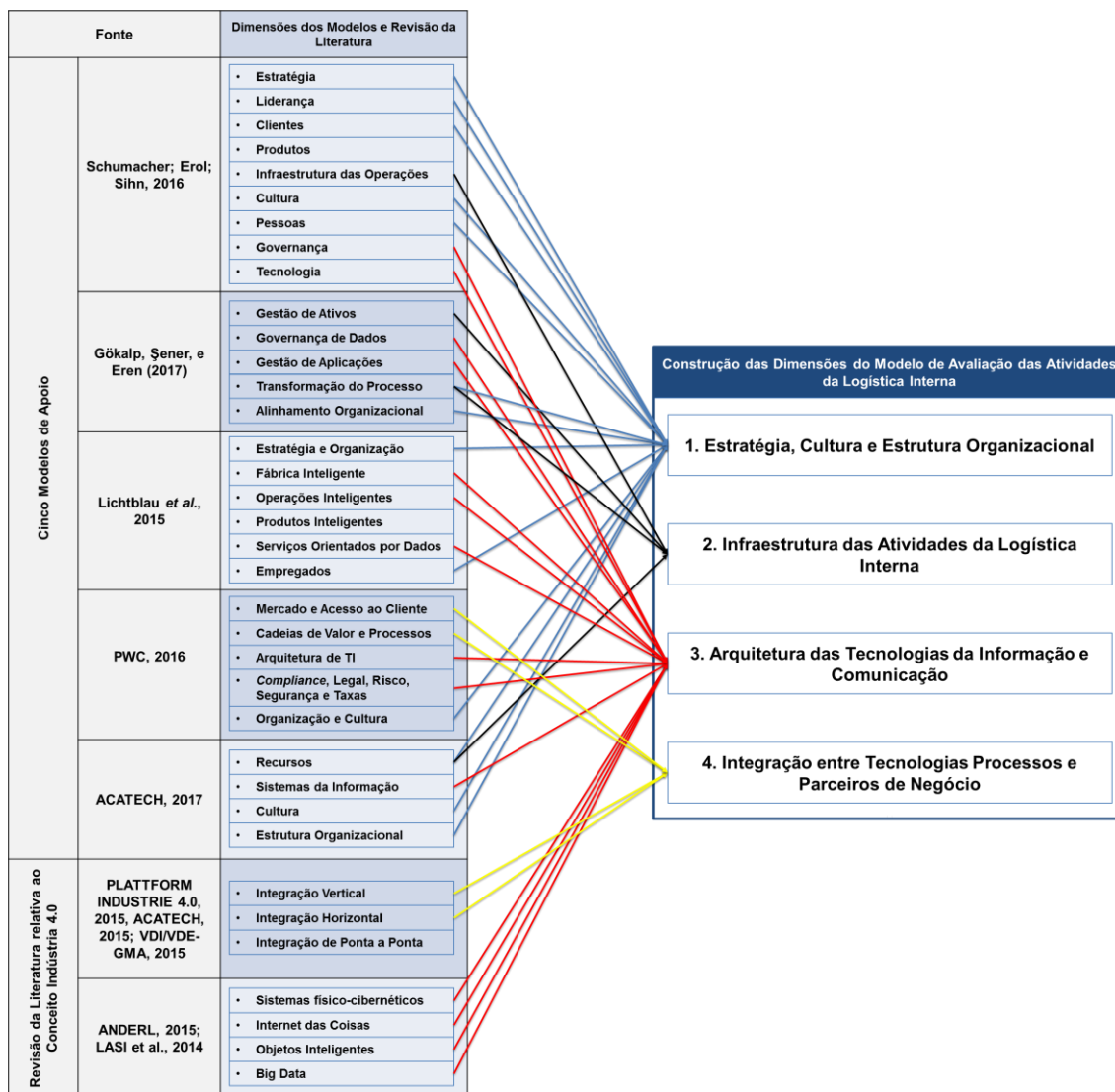


Figura 17 – Construção das dimensões do modelo de avaliação.

Para o desenvolvimento deste modelo, a atividade planejamento e controle de materiais, citada por Lima *et al.* (2017), será agregada à atividade de gerenciamento de estoques. Já a atividade relativa ao atendimento do cliente (também citada por Lima *et al.*, 2017) está inerente as outras atividades da logística interna, pois como uma atividade de apoio, todas as suas

atividades visam atender a clientes internos e externos. Por fim, a atividade que compreende tecnologias da informação será tratada em uma dimensão específica, com o objetivo de evitar duplicidades quando avaliadas as tecnologias pertencentes ao conceito Indústria 4.0.

Com relação à avaliação que cada uma das dimensões realizará, têm-se as seguintes definições (Quadro 23):

Dimensões	Definições
1. Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional	Avaliação da estratégia, cultura e estrutura organizacional nas atividades da logística interna, quanto ao planejamento para o avanço tecnológico, preparo dos colaboradores e adaptação do modelo operacional, perante aos requisitos e tecnologias do conceito Indústria 4.0.
2. Infraestrutura das Atividades da Logística Interna	Avaliação da infraestrutura das atividades da logística interna, verificando a flexibilidade e adaptabilidade dos equipamentos e sistemas da TI, o preparo dos operadores, a automatização e a padronização das atividades.
3. Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação	Avaliação da arquitetura das tecnologias da informação e comunicação, presente nas atividades da logística interna, com o objetivo de verificar o atendimento/implantação dessas tecnologias de acordo com os requisitos do conceito Indústria 4.0, por meio da utilização, por exemplo, dos Sistemas Físico-Cibernéticos, Internet das Coisas, Objetos Inteligentes e Big Data.
4. Integração entre Tecnologias Processos e Parceiros de Negócio	Avalia as integrações horizontais e verticais entre tecnologias e processos internamente as atividades da logística interna e entre outras atividades da empresa, e externamente com fornecedores e clientes. Trata também dos novos acordos referentes à segurança da informação e da propriedade digital.

Quadro 23 – Dimensões para avaliação das atividades da logística interna.

As dimensões relativas ao produto, e a integração de ponta a ponta, que também se refere ao produto, não foram consideradas por não trazerem relevância para este modelo de avaliação, considerando que não serão realizadas avaliações de produto, mas sim de processos.

Para apoiar as quatro dimensões principais, foram criadas vinte e duas subdimensões, que avaliam de forma mais detalhada cada uma das dimensões principais, com o objetivo de auxiliar na identificação das lacunas e pontos fortes das atividades da logística interna, perante o conceito Indústria 4.0 (Quadro 24).

Dimensões	Subdimensões
1. Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estratégia Corporativa 2. Cultura Organizacional 3. Estrutura Organizacional 4. Modelo de Operação
2. Infraestrutura das Atividades da Logística Interna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recebimento de Materiais 2. Gerenciamento de Estoques 3. Movimentação e Manuseio de Materiais 4. Armazenagem de Materiais 5. Coleta 6. Embalagem 7. Expedição
3. Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação	<ol style="list-style-type: none"> 1. IoT / IoS 2. <i>Big Data & Data Mining</i> & Inteligência Artificial 3. Sistemas de Identificação & Comunicação 4. Objetos Inteligentes 5. Sistemas físico-cibernéticos 6. Sistemas de Visualização e Tomada de Decisões 7. Segurança de Informação e da Propriedade Digital
4. Integração entre Tecnologias Processos e Parceiros de Negócio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Integração com Processos Internos e Externos 2. Integração com Fornecedores Internos e Externos 3. Integração com Clientes Internos e Externos 4. Segurança da Informação e da Propriedade Digital

Quadro 24 – Subdimensões de apoio para avaliação do conceito Indústria 4.0.

Como auxílio para a avaliação das subdimensões foram desenvolvidas variáveis de análise, com base nas informações dos cinco modelos utilizados como apoio.

Para a dimensão Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional, foram criadas quatro subdimensões, em que é verificado se a estratégia corporativa compreende o planejamento estratégico referente ao avanço tecnológico determinado pelo conceito Indústria 4.0, analisando, também, a existência de um roteiro para a implantação do planejamento estratégico. Avalia a presença de uma cultura organizacional que incentive o avanço tecnológico e o aprimoramento dos operadores, de modo que sejam, ou tornem-se tomadores

de decisões; uma estrutura organizacional a qual permita que as atividades da logística interna evoluam ou se adaptem ao conceito Indústria 4.0, e um modelo de operação flexível, que promova a colaboração e integração entre as atividades da logística interna e as atividades das outras áreas e processos, internos e externos a empresa (Quadro 25).

Para a dimensão sobre Infraestrutura das Atividades da Logística Interna, foram criadas sete subdimensões que avaliam especificamente cada uma das atividades da logística interna, com relação à flexibilidade e adaptabilidade dos equipamentos e sistemas da TI, o preparo e a flexibilidade da mão de obra, a automatização e a autonomização dessas atividades, bem como sua padronização (Quadro 26).

Com relação à dimensão Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação, foram criadas sete subdimensões que avaliam a existência e aplicação de tecnologias como Internet das Coisas, *Big Data/Data Mining*/Inteligência Artificial, sistemas de identificação, objetos inteligentes, sistemas físico-cibernéticos, sistemas de visualização e tomada de decisões e sistemas de segurança da informação e propriedade digital, nas atividades da logística interna (Quadro 27).

Para a dimensão relativa à Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio, foram criadas quatro subdimensões, que avaliam a integração das atividades da logística interna com processos internos e processos externos às atividades da logística interna (porém internamente à empresa), integração entre fornecedores internos e externos, integração com clientes internos e externos, e os acordos referentes à segurança da informação e propriedade digital (Quadro 28).

Dimensão	Subdimensões	Variáveis	Material de apoio para definição das variáveis
Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional	Estratégia Corporativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planejamento estratégico com objetivos definidos 2. Existência de Métricas estratégicas 3. Comunicação da estratégia 4. Planejamento estratégico para inovação 5. Planejamento estratégico para o conceito Indústria 4.0 na empresa 6. Planejamento estratégico para o conceito Indústria 4.0 na logística interna 7. Existência de <i>Roadmap</i> para Indústria 4.0 8. Análise de risco da implantação ou não do conceito Indústria 4.0 	Schumacher; Erol; Sihn, 2016; Lichtblau <i>et al.</i> , 2015; Westphal; Fredrickson, 2001; Bhasin, 2012; Loorbach; Wijsman, 2013; Cheuck; Li, 2015; Blackwell <i>et al.</i> , 2008; Ho; O'sullivan, 2017; Maxwell, 2016; ACATECH, 2017; VDE, 2014.
	Cultura Organizacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cultura voltada para Inovação 2. Cultura aberta para mudanças 3. Ferramentas digitais de comunicação 4. Compartilhamento do conhecimento e colaboração 5. Adoção de tecnologias 6. Desenvolvimento das pessoas 7. Desenvolvimento das pessoas – Carga Horária 8. Desenvolvimento das pessoas em tecnologia 9. Tomada de decisão baseada em dados 10. Flexibilidade para tomada de decisão 	Schumacher; Erol; Sihn, 2016; Lichtblau <i>et al.</i> , 2015; PWC, 2016; Acatech, 2017; Stanleigh, 2008; Bordum, 2010; Verle; Markic; Kodric, 2014; Kim; Mccunn; Lew, 2017; Finney; Scherrebeck-Hansen, 2010; Paton; Mccalman, 2008; Dozier; Grunig; Grunig, 2010; Hayes, 2014; Cameron; Green, 2015.
	Estrutura Organizacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definição clara da estrutura organizacional 2. Estrutura organizacional voltada para novas tecnologias 3. Estrutura organizacional voltada para indústria 4.0 4. Colaboradores flexíveis 5. Compartilhamento de decisões em tempo real 6. Colaboração entre áreas 7. Colaboração digital 	Acatech, 2017; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Rosenberg; Keller, 2016; Livne-Tarandach; Bartunek, 2009; Abrell-Vogel; Rowold, 2014; Ahmady; Nikooravesh; Mehrpour, 2016; Prinz <i>et al.</i> , 2016; Wank <i>et al.</i> , 2016.
	Modelo de Operação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexibilidade do modelo de operação 2. Utilização de <i>roadmap</i> 3. Benefícios da flexibilidade 4. Velocidade para adaptações 5. Impacto de novas tecnologias 6. Apoio de tecnologias – comunicação em tempo real 7. Apoio de tecnologias – atuação colaborativa 	Schumacher; Erol; Sihn, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau <i>et al.</i> , 2015; PWC, 2016.

Quadro 25 – Subdimensões e variáveis de análise para avaliação da dimensão Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional.

Dimensão	Subdimensões	Variáveis	Material de apoio para definição das variáveis	
Infraestrutura das Atividades da Logística Interna	Recebimento de Materiais	1. Flexibilidade dos equipamentos 2. Equipamentos com sensores e atuadores 3. Processo padrão para as atividades de recebimento 4. Apoio de métricas para as atividades de recebimento 5. Flexibilidade dos colaboradores das atividades de recebimento 6. Definição de entradas e saídas das atividades de recebimento	7. Apoio de sistemas da TI nas atividades de recebimento 8. Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores 9. Apoio de sistemas da TI para tomada de decisão 10. Percentual de atividades manuais 11. Percentual de atividades autônomas 12. Plano de atualização/adaptação dos equipamentos	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; Acatech, 2017; Ballou, 2006; Islam et al., 2013; Lima et al., 2017; Porter, 1989; Rotunno, 2012; RAJgopal, 2007; Tecnologias da Logística e suas aplicações (Quadro 2); Hofmann; Rusch, 2017; Schiemann, 2016; Galindo, 2016.
	Gerenciamento de Estoques	1. Definição clara das entradas e saídas 2. Apoio de métricas para a gestão de estoques 3. Flexibilidade dos colaboradores 4. Comunicação dos sistemas da TI 5. Tomada de decisão autônoma 6. Apoio de dados para tomada de decisão	7. Apoio de dados para tomada de decisão dos colaboradores 8. Adaptação dos sistemas da TI e comunicação em tempo real 9. Comunicação em tempo real das adaptações dos sistemas 10. Plano de atualização/adaptação dos sistemas	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; Acatech, 2017; Ballou, 2006; Islam et al., 2013; Lima et al., 2017; Porter, 1989; Rotunno, 2012; RAJgopal, 2007; Tecnologias da Logística e suas aplicações (Quadro 2); Hofmann; Rusch, 2017; Schiemann, 2016; Galindo, 2016.
	Movimentação e Manuseio de Materiais	1. Flexibilidade dos equipamentos 2. Equipamentos com sensores e atuadores 3. Processo padrão para as atividades de movimentação e manuseio 4. Apoio de métricas para as atividades de movimentação e manuseio 5. Flexibilidade dos colaboradores das atividades de movimentação e manuseio 6. Definição de entradas e saídas das atividades de movimentação e manuseio	7. Apoio de sistemas da TI nas atividades de movimentação e manuseio 8. Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores 9. Apoio de sistemas da TI para tomada de decisão 10. Percentual de atividades manuais 11. Percentual de atividades autônomas 12. Plano de atualização/adaptação dos equipamentos	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; Acatech, 2017; Ballou, 2006; Islam et al., 2013; Lima et al., 2017; Porter, 1989; Rotunno, 2012; RAJgopal, 2007; Tecnologias da Logística e suas aplicações (Quadro 2); Hofmann; Rusch, 2017; Schiemann, 2016; Galindo, 2016.
	Armazenagem	1. Flexibilidade dos equipamentos 2. Equipamentos com sensores e atuadores 3. Processo padrão para as atividades de armazenagem 4. Apoio de métricas para as atividades de armazenagem 5. Flexibilidade dos colaboradores das atividades de armazenagem 6. Definição de entradas e saídas das atividades de armazenagem	7. Apoio de sistemas da TI nas atividades de armazenagem 8. Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores 9. Apoio de sistemas da TI para tomada de decisão 10. Percentual de atividades manuais 11. Percentual de atividades autônomas 12. Plano de atualização/adaptação dos equipamentos	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; Acatech, 2017; Ballou, 2006; Islam et al., 2013; Lima et al., 2017; Porter, 1989; Rotunno, 2012; RAJgopal, 2007; Tecnologias da Logística e suas aplicações (Quadro 2); Hofmann; Rusch, 2017; Schiemann, 2016; Galindo, 2016.
	Coleta de Materiais	1. Flexibilidade dos equipamentos 2. Equipamentos com sensores e atuadores 3. Processo padrão para as atividades de coleta 4. Apoio de métricas para as atividades de coleta 5. Flexibilidade dos colaboradores das atividades de coleta 6. Definição de entradas e saídas das atividades de coleta	7. Apoio de sistemas da TI nas atividades de coleta 8. Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores 9. Apoio de sistemas da TI para tomada de decisão 10. Percentual de atividades manuais 11. Percentual de atividades autônomas 12. Plano de atualização/adaptação dos equipamentos	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; Acatech, 2017; Ballou, 2006; Islam et al., 2013; Lima et al., 2017; Porter, 1989; Rotunno, 2012; RAJgopal, 2007; Tecnologias da Logística e suas aplicações (Quadro 2); Hofmann; Rusch, 2017; Schiemann, 2016; Galindo, 2016.
	Embalagem	1. Flexibilidade dos equipamentos 2. Equipamentos com sensores e atuadores 3. Processo padrão para as atividades de embalagem 4. Apoio de métricas para as atividades de embalagem 5. Flexibilidade dos colaboradores das atividades de embalagem 6. Definição de entradas e saídas das atividades de embalagem	7. Apoio de sistemas da TI nas atividades de embalagem 8. Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores 9. Apoio de sistemas da TI para tomada de decisão 10. Percentual de atividades manuais 11. Percentual de atividades autônomas 12. Plano de atualização/adaptação dos equipamentos	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; Acatech, 2017; Ballou, 2006; Islam et al., 2013; Lima et al., 2017; Porter, 1989; Rotunno, 2012; RAJgopal, 2007; Tecnologias da Logística e suas aplicações (Quadro 2); Hofmann; Rusch, 2017; Schiemann, 2016; Galindo, 2016.
	Expedição	1. Flexibilidade dos equipamentos 2. Equipamentos com sensores e atuadores 3. Processo padrão para as atividades de expedição 4. Apoio de métricas para as atividades de expedição 5. Flexibilidade dos colaboradores das atividades de expedição 6. Definição de entradas e saídas das atividades de expedição	7. Apoio de sistemas da TI nas atividades de expedição 8. Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores 9. Apoio de sistemas da TI para tomada de decisão 10. Percentual de atividades manuais 11. Percentual de atividades autônomas 12. Plano de atualização/adaptação dos equipamentos	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; Acatech, 2017; Ballou, 2006; Islam et al., 2013; Lima et al., 2017; Porter, 1989; Rotunno, 2012; RAJgopal, 2007; Tecnologias da Logística e suas aplicações (Quadro 2); Hofmann; Rusch, 2017; Schiemann, 2016; Galindo, 2016.

Quadro 26 – Subdimensões e variáveis de análise para avaliação da dimensão Infraestrutura das Atividades da Logística Interna.

Dimensão	Subdimensões	Variáveis	Material de apoio para definição das variáveis
Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação	IoT / IoS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparação do ambiente para IoT/IoS 2. Preparação dos equipamentos/atividades para IoT/IoS 3. Integração digital das atividades da logística interna 4. Capacidade de interface em tempo real 5. Sistemas de comunicação autônomos 6. Sistemas da Informação como Serviço para terceiros 7. Sistemas da Informação autônomos como Serviço para terceiros 	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; PWC, 2016; Acatech, 2017; Lee; Lee, 2015.
	Big Data & Data Mining & Inteligência Artificial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coleta, processamento, armazenagem e compartilhamento de dados em tempo real 2. Capacidade de armazenagem dos sistemas 3. Capacidade de armazenagem rápida e autônoma 4. Comunicação entre sistemas de armazenagem internos e externos 5. Capacidades de <i>data mining</i> e Inteligência artificial 6. Velocidade da <i>data mining</i> e Inteligência artificial 7. Utilização da <i>data mining</i> pelos colaboradores 8. Inteligência artificial a partir da <i>data mining</i> 9. Compartilhamento e utilização autônoma dos dados 10. Análise autônoma da vida útil dos dados 11. Análise autônoma da acuracidade e confiabilidade dos dados 12. Análise Autônoma de Identificação dos Sistemas da TI quanto a Utilização e Valor dos Dados 14. Análise autônoma de inconsistências, duplicidades, incorreções e especificações dos dados 15. Simulação e modelagem a partir de dados 	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; PWC, 2016; Acatech, 2017; Manyika et al., 2011; Sonka, 2014; Neaga et al., 2015; Ge; Jackson, 2014; Babiceanu; Seker, 2016; Addo-Tenkorang; Helo, 2016; Krumeich et al., 2014.
	Sistemas de Identificação e Comunicação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padrão dos sistemas de identificação 2. Comunicação e conectividade do sistema de identificação 3. Capacidade de Armazenagem de dados do sistema de identificação 4. Permanência do sistema de identificação no objeto 5. Inclusão de novas informações no sistema de identificação 6. Transmissão de dados do sistema de identificação 7. Conectividade do sistema de identificação com sensores e atuadores 	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; PWC, 2016; Acatech, 2017; Luo et al., 2017; Coronado, 2007; Kim et al., 2008; Tajima, 2007; Chan et al., 2012.
	Objetos Inteligentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Objetos com <i>hardwares</i> e/ou <i>softwares</i> embarcados 2. Objetos com identificação única e conectividade 3. Objetos com capacidade de autoaprendizagem e tomada de decisão orientada por dados 4. Objetos com capacidade de controlar o ambiente 5. Existência de ambientes inteligentes 6. Preparo de ambientes para se tornarem inteligentes 7. Objetos com capacidade de auto adaptabilidade 8. Planejamento estratégico para transformação de objetos inteligentes 	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; PWC, 2016; Acatech, 2017; Liu; Baiocchi, 2016; Fortino et al., 2013; Hernandez; Reiff-marganiec, 2014; Gimenez et al., 2014; Putnik et al., 2015; Nowakowski, 2016; Ruminski et al., 2016; Garcia et al., 2017.
	Sistemas Físico-Cibernéticos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existência de computadores embarcados (controladores) 2. Conectividade do equipamento (computadores embarcados) com a rede 3. Conectividade do equipamento (computadores embarcados) com outros componentes e equipamentos 4. Comunicação dos sistemas da informação e comunicação com objetos 5. Equipamentos com sensores e atuadores 6. Preparo dos equipamentos para receberem sensores e atuadores 7. Existência de equipamentos autônomos 	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; PWC, 2016; Acatech, 2017; Lee, 2015; Klotzer; Pflaum, 2015; Anderl, 2014; Acatech, 2011; Herterich; Uebernickel; Brenner, 2015; Wang; Torngren; Onori, 2015.
	Sistemas de Visualização de Dados e Tomadas de Decisões	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auxílio de sistemas de visualização para tomada de decisão 2. Existência de conectividade e automatização dos sistemas de visualização 3. Presença ou preparo das atividades para utilização de sistemas automatizados de visualização 4. Acesso dos operadores aos sistemas de visualização 5. Treinamento dos colaboradores sobre interpretação dos sistemas de visualização 6. Utilização de sistemas de visualização de maneira padrão pelos colaboradores 7. Percentual de aplicação de sistemas de visualização de maneira padrão pelas atividades 8. Conectividade dos sistemas de visualização com outros sistemas 9. Presença de sistemas de realidade aumentada / realidade virtual 	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; PWC, 2016; Acatech, 2017; Mueck et al., 2005; Ginters; Martin-gutierrez, 2013.
	Segurança da Informação e da Propriedade Digital	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existência e comunicação das políticas da segurança da informação 2. Treinamentos e informações para os colaboradores sobre segurança da informação 3. Existência de <i>softwares</i> para a segurança da informação 4. Comunicação clara sobre os malefícios do mal-uso dos sistemas da informação 5. Utilização de sistemas de segurança da informação em dispositivos pessoais 6. Impacto dos sistemas de segurança na velocidade das atividades digitais 7. Auxílio dos sistemas da segurança para a proteção de sistemas em nuvem 8. Frequência de atualização e checagem dos sistemas de segurança da informação 9. Planos de investimentos em segurança da informação 	Schumacher; Erol; Sihni, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau et al., 2015; PWC, 2016; Acatech, 2017; Zhong et al., 2016; Comuzzi; Patel, 2016; Lee; Lee, 2015; Wang; Torngren; Onori, 2015.

Quadro 27 – Subdimensões e variáveis de análise para avaliação da dimensão Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação.

Dimensão	Subdimensões	Variáveis	Material de apoio para definição das variáveis	
Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio	Integração com Processos Internos e Externos	<ol style="list-style-type: none"> Definição das entradas e saídas das atividades da logística interna Definição do SIPOC das atividades da logística interna Integrações verticais das atividades da logística interna Integração automática ou autônoma entre as atividades Preparação dos sistemas da TI e comunicação para facilitar as integrações Tomada de decisão autônoma por meio das integrações Operadores treinados para facilitar as integrações 	<ol style="list-style-type: none"> Política de segurança para compartilhamento interno de informações e propriedade digital Readaptação automática e em tempo real das atividades da logística interna, para alterações internas Percentual das atividades da logística interna que são integradas internamente Existência de <i>softwares</i> que possibilitam as interações internas Existência sistemas em nuvem para auxiliar as integrações internas Planejamento para integração digital interna 	Schumacher; Erol; Sih, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau <i>et al.</i> , 2015; PWC, 2016; Acatech, 2013; Acatech, 2015; Acatech, 2017; Dais, 2014; Davis <i>et al.</i> , 2012; Wiesmüller, 2014; Bürger; Tragl, 2014; Mario; Tobias; Boris, 2015; Kagermann; Lukas; Wahlster, 2011; Kagermann; Lukas; Wahlster, 2015; Ilconsortium, 2014; Li, 2015; Anderl, 2015; Lasi <i>et al.</i> , 2014; Plattform Industrie 4.0, 2015; VDI/VDE-GMA, 2015; ZVEI, 2017.
	Integração com Fornecedores Internos e Externos	<ol style="list-style-type: none"> Definição das entradas e saídas dos fornecedores internos e externos Processo para integrações da logística interna com fornecedores internos e externos Integrações horizontais (fornecedores) e verticais das atividades da logística interna Integração automática ou autônoma com fornecedores internos e externos Preparação dos sistemas da TI e comunicação para facilitar as integrações com fornecedores internos e externos Tomada de decisão autônoma por meio das integrações com fornecedores internos e externos Operadores treinados para facilitar as integrações com fornecedores internos e externos 	<ol style="list-style-type: none"> Política de segurança para compartilhamento de informações e propriedade digital com fornecedores Readaptação automática e em tempo real das atividades da logística interna, para alterações nos fornecedores Percentual das atividades da logística interna que são integradas com fornecedores Existência de <i>softwares</i> que possibilitam as interações com fornecedores Existência de sistemas em nuvem para auxiliar as integrações com fornecedores Planejamento para integração digital com fornecedores 	Schumacher; Erol; Sih, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau <i>et al.</i> , 2015; PWC, 2016; Acatech, 2013; Acatech, 2015; Acatech, 2017; Dais, 2014; Davis <i>et al.</i> , 2012; Wiesmüller, 2014; Bürger; Tragl, 2014; Mario; Tobias; Boris, 2015; Kagermann; Lukas; Wahlster, 2011; Kagermann; Lukas; Wahlster, 2015; Ilconsortium, 2014; Li, 2015; Anderl, 2015; Lasi <i>et al.</i> , 2014; Plattform Industrie 4.0, 2015; VDI/VDE-GMA, 2015; ZVEI, 2017.
	Integração com Clientes Internos e Externos	<ol style="list-style-type: none"> Definição das entradas e saídas dos clientes internos e externos Processo para integrações da logística interna com clientes internos e externos Integrações horizontais (clientes) e verticais das atividades da logística interna Integração automática ou autônoma com clientes internos e externos Preparação dos sistemas da TI e comunicação para facilitar as integrações com clientes internos e externos Tomada de decisão autônoma por meio das integrações com clientes internos e externos Operadores treinados para facilitar as integrações com clientes internos e externos 	<ol style="list-style-type: none"> Política de segurança para compartilhamento de informações e propriedade digital com clientes Readaptação automática e em tempo real das atividades da logística interna, para alterações nos clientes Percentual das atividades da logística interna que são integradas com clientes Existência de <i>softwares</i> que possibilitam as interações com clientes Existência de sistemas em nuvem para auxiliar as integrações com clientes Planejamento para integração digital com clientes 	Schumacher; Erol; Sih, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau <i>et al.</i> , 2015; PWC, 2016; Acatech, 2013; Acatech, 2015; Acatech, 2017; Dais, 2014; Davis <i>et al.</i> , 2012; Wiesmüller, 2014; Bürger; Tragl, 2014; Mario; Tobias; Boris, 2015; Kagermann; Lukas; Wahlster, 2011; Kagermann; Lukas; Wahlster, 2015; Ilconsortium, 2014; Li, 2015; Anderl, 2015; Lasi <i>et al.</i> , 2014; Plattform Industrie 4.0, 2015; VDI/VDE-GMA, 2015; ZVEI, 2017.
	Segurança da Informação e Propriedade Digital	<ol style="list-style-type: none"> Política de segurança para compartilhamento de informações e propriedade digital internas e externas Comunicação e treinamentos para colaboradores internos e externos sobre segurança da informação Existência de política de segurança da informação em fornecedores e clientes externos Integração entre as políticas da segurança da informação 	<ol style="list-style-type: none"> Nível de preparo dos <i>softwares</i> de segurança da logística interna para as integrações Nível de preparo dos <i>softwares</i> de segurança de fornecedores e clientes externos para as integrações Existência de iniciativas para integrações entre todos os <i>softwares</i> de proteção cibernética <i>Softwares</i> de proteção atuando no armazenamento em nuvem 	Schumacher; Erol; Sih, 2016; Gökalp; Şener; Eren, 2017; Lichtblau <i>et al.</i> , 2015; PWC, 2016; Acatech, 2013; Acatech, 2015; Acatech, 2017; Dais, 2014; Davis <i>et al.</i> , 2012; Wiesmüller, 2014; Bürger; Tragl, 2014; Mario; Tobias; Boris, 2015; Kagermann; Lukas; Wahlster, 2011; Kagermann; Lukas; Wahlster, 2015; Ilconsortium, 2014; Li, 2015; Anderl, 2015; Lasi <i>et al.</i> , 2014; Plattform Industrie 4.0, 2015; VDI/VDE-GMA, 2015; ZVEI, 2017.

Quadro 28 – Subdimensões e variáveis de análise para avaliação da dimensão Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio.

Com o objetivo de ilustrar as integrações/interconectividades das dimensões e subdimensões do modelo, foi desenvolvida a Figura 18.

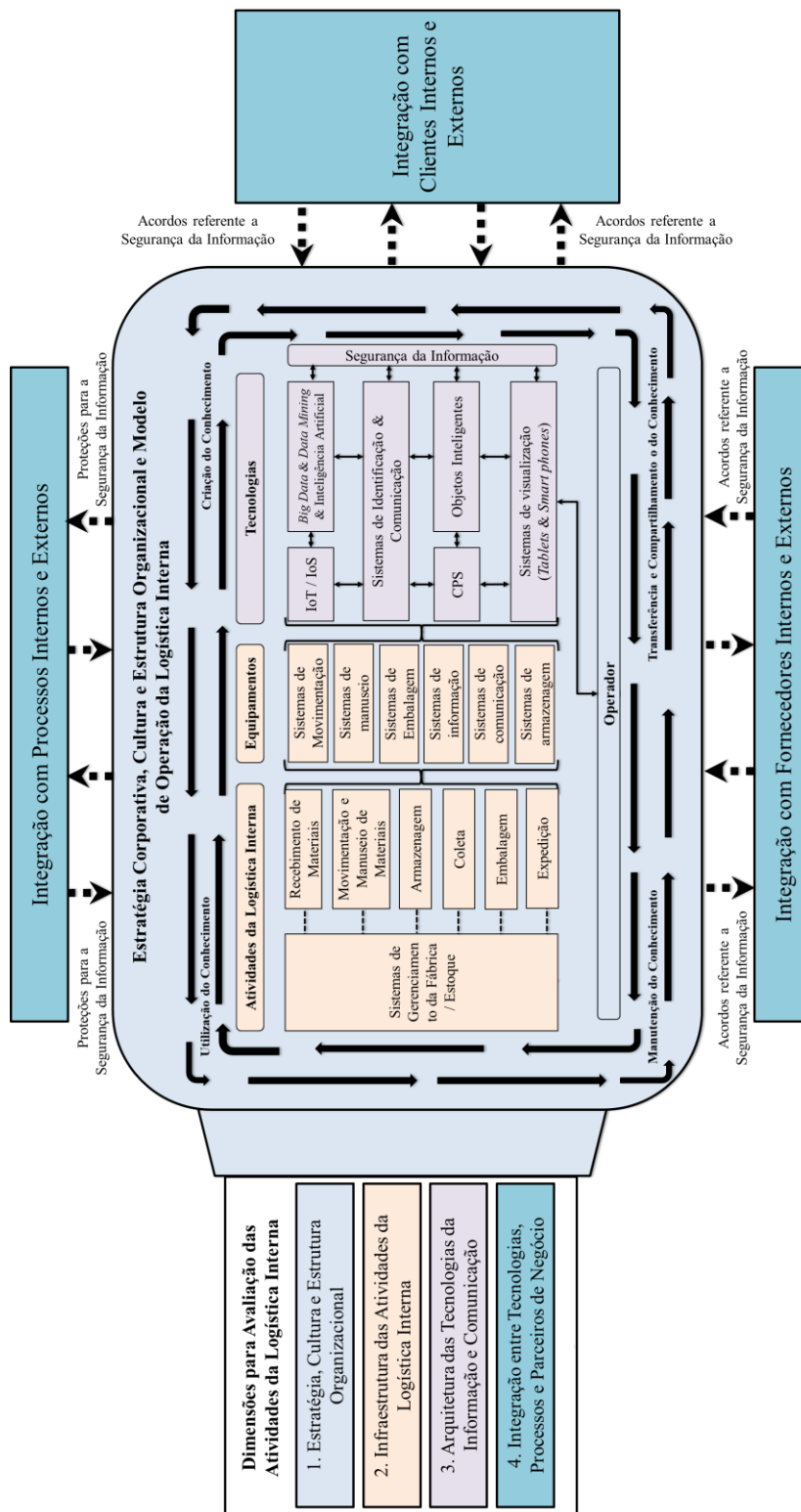


Figura 18 – Ilustração das integrações/interconectividades das dimensões e subdimensões do modelo.

Por meio dessa ilustração, observa-se que a dimensão Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional, representada pelo retângulo central da figura, é a dimensão que forma o alicerce para o desenvolvimento das outras dimensões, pois para a implantação do conceito Indústria 4.0, alteração/adequações profundas deverão ocorrer na estratégia, na cultura e na estrutura das empresas.

Na sequência, ao centro do retângulo que representa a Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional, tem-se as dimensões Infraestrutura das Atividades da Logística Interna e a Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação. Essas duas dimensões encontram-se ao centro da dimensão estratégia, pois considerando o escopo do modelo apresentado neste trabalho, elas deverão estar presentes na estratégia das empresas de forma mais contundente. Observa-se ainda um interconectividade dessas duas dimensões, pois o principal foco da arquitetura de TI, nesse modelo, é a infraestrutura das atividades da logística interna.

Por fim, os três retângulos que contornam a figura, representam a dimensão relativa às Integrações entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio. Essa dimensão está posicionada nesse formato para mostrar que, com o intuito de alcançar as integrações requeridas no conceito Indústria 4.0, é fundamental que as empresas integrem sua cadeia de suprimentos e operações, por meio de sistemas e acordos que garantam a segurança e velocidade das informações, dos processos e da propriedade digital, inerentes às suas operações e estratégias e às operações e estratégias de seus parceiros de negócio.

3.1.2. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE AVALIAÇÃO (ETAPA 5)

Com base nas quatro dimensões principais, nas vinte e duas subdimensões e nas duzentas e vinte e uma variáveis de análise, foi desenvolvido um questionário (Apêndice A), composto por duzentas e vinte e três questões, utilizadas para a avaliação de cada uma das variáveis.

O objetivo desse questionário é identificar as lacunas e possíveis itens de desenvolvimento ou adequação, para que as empresas de manufatura alcancem o nível de preparo com relação ao conceito Indústria 4.0, nas atividades da logística interna. As questões foram desenvolvidas no sentido de avaliar o nível de preparo de cada uma das subdimensões, no momento da avaliação. Para definir o nível de preparo, será utilizada uma escala ordinal, de 1 a 5, onde 1 é considerado insatisfatório e 5 satisfatório. A média aritmética dos valores das questões formará o resultado de cada uma das subdimensões, que por sua vez, formarão os resultados das dimensões principais, também utilizando a média aritmética.

Para uma melhor apresentação e aplicação, o questionário foi estruturado/dividido de acordo com as dimensões e subdimensões, possibilitando que o mesmo seja aplicado em períodos, departamentos, e respondentes diferentes. Na parte superior de cada questão, foi incluída a variável que está sendo avaliada. Desse modo, com exceção das duas questões que identificam as atividades da logística interna e suas métricas de controle, todas as questões estão fundamentadas nas variáveis de análise exposta nos Quadros 25, 26, 27 e 28.

Os cinco modelos selecionados como apoio para o desenvolvimento do modelo deste trabalho (seção 2.3.1) também foram utilizados para o desenvolvimento das questões. Assim, considerou-se as seguintes etapas para o desenvolvimento completo do questionário: seleção da variável de análise; análise sobre como os cinco modelos de apoio avaliaram essa variável; desenvolvimento da questão. Para as questões que não puderam ser fundamentadas nos modelos de apoio, foi considerada a experiência do pesquisador, utilizando como base o processo metodológico de triangulação iterativa de Lewis (1998), que utiliza iterações sistemáticas entre a revisão da literatura, estudos de casos existentes, e análise intuitiva com base em experiência e julgamento do pesquisador.

Os resultados serão apresentados em gráficos de radar. Dessa maneira, a empresa poderá identificar quais são os pontos que precisa melhorar por

dimensão (e subdimensão), e quais ela já atingiu um posicionamento adequado.

Devido ao ineditismo do tema pesquisado, o conhecimento sobre o assunto ainda se encontra em fase inicial, de modo que além das respostas diretas do questionário, o pesquisador verificará a existência de evidências objetivas para as questões que necessitarem dessa verificação. Assim, a nota final de cada questão apenas será atribuída após a confirmação da existência ou não dessas evidências. O critério de análise das evidências será definido pelo pesquisador, no momento de aplicação da pesquisa, com base nos cinco modelos selecionados como apoio, na revisão da literatura e na experiência do pesquisador, também de acordo com o processo metodológico de triangulação iterativa de Lewis (1998).

4. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO

O modelo foi aplicado em uma empresa de manufatura, que possui como escopo de negócio a montagem de tratores de rodas e esteira, montagem de grupos geradores de energia elétrica, e centro de distribuição de peças para as Américas. O objetivo foi de avaliar a sua aplicabilidade do modelo e aprimorá-lo. A aplicação do questionário será realizada diretamente pelo pesquisador junto a funções chave da empresa, com relação a avaliação/análise pretendida pelo modelo deste trabalho.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Empresa de manufatura de grande porte, localizada no Estado de São Paulo. A divisão de manufatura de grupos geradores de energia elétrica foi a primeira a participar da pesquisa. Essa divisão conta com 84 colaboradores, fornece produtos para o Brasil, América Latina e América do Norte, com potências que variam de 45KV_a a 9200KV_a. Nesse departamento foram entrevistados o gerente de gestão da cadeia de suprimentos, supervisor de estratégia e governança e supervisor de TI. Após as entrevistas, foram analisadas as evidências, para aquelas questões que necessitaram dessa análise.

A segunda divisão refere-se à divisão de manufatura de tratores de rodas e esteira. Essa divisão conta com 3400 colaboradores, fornece produtos para o Brasil, América Latina, América do Norte, Oriente Médio e Europa, e possui um portfólio composto por seis modelos de máquinas. Nesse departamento foram entrevistados os quatro gerentes de logística responsáveis pelas áreas de movimentação interna de materiais, montagem interna de *kits*, controle interno dos inventários de materiais e máquinas, e expedição de materiais e máquinas, entrevistou-se também o gerente de estratégia e governança e o supervisor de TI. Após as entrevistas, também foi realizada a análise de evidências, para aquelas questões que necessitaram dessa análise.

A terceira divisão analisada refere-se ao centro de distribuição de peças. Essa divisão conta com 110 colaboradores e fornece componentes de reposição de qualquer produto da empresa estudada, para as Américas do Sul e Central, e, emergencialmente, para qualquer continente. Nesse departamento foram entrevistados o gerente da planta, gerente de logística e supervisor de TI. Após as entrevistas, mais uma vez foi realizada a análise de evidências, para aquelas questões que necessitaram dessa análise.

O Quadro 29 apresenta os cargos dos respondentes, em cada uma das dimensões, para cada divisão.

Dimensões	Divisões		
	Grupo Geradores	Tratores	Centro de Distribuição
Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional	Supervisor de Estratégia e Governança	Gerente de Estratégia e Governança	Gerente da Planta
Infraestrutura das Atividades da Logística Interna	Gerente de Gestão da Cadeia de Suprimentos	Gerentes de Logística	Gerente de Logística
Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação	Supervisor de TI	Supervisor de TI	Supervisor de TI
Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio	Gerente de Gestão da Cadeia de Suprimentos	Gerentes de Logística	Gerente de Logística

Quadro 29 – Contribuição dos entrevistados em cada uma das dimensões.

4.2 RESULTADOS – DIVISÃO DE GRUPOS GERADORES (ETAPA 5)

Após a aplicação da pesquisa na divisão de montagem de grupos geradores, foram encontrados os seguintes resultados.

- **ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (ANEXOS A AO E E GRÁFICO 1)**

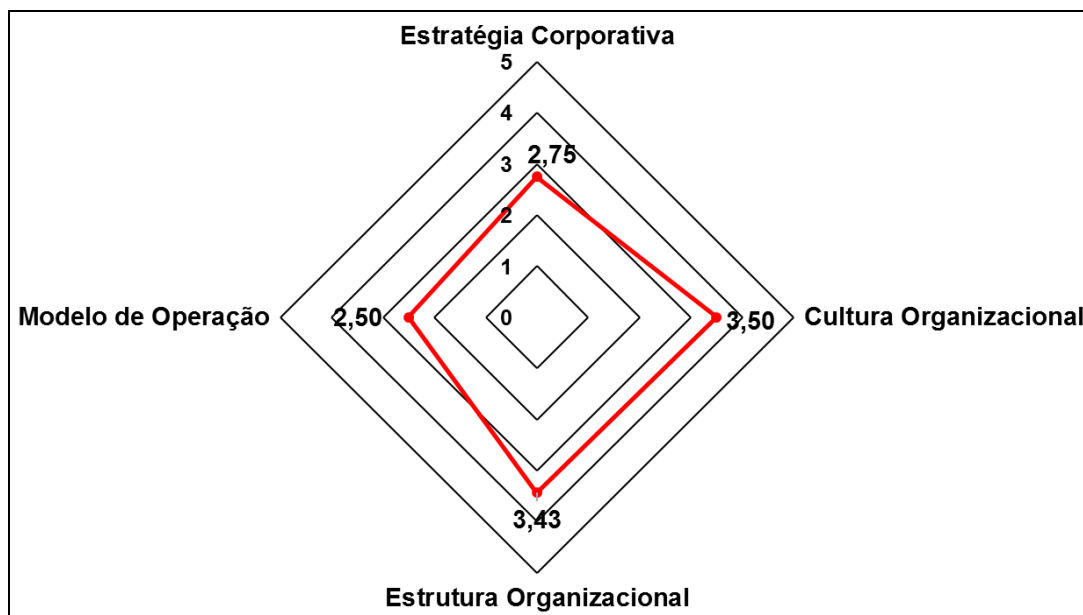


Gráfico 1 – Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional.

O diagnóstico relativo a pontuação de 2,75, alcançada pela subdimensão Estratégia Corporativa, expõe que variáveis importantes para o conceito Indústria 4.0 como planejamento estratégico para inovação e para a Indústria 4.0 e verificação da existência de um roteiro para implantação dessa estratégia alcançaram resultados muito aquém quanto aos requisitos do conceito. Já as variáveis relativas ao planejamento estratégico, métricas estratégicas e comunicação da estratégia apresentaram níveis adequados.

A subdimensão Cultura Organizacional, com uma pontuação de 3,50, encontra-se em estado de desenvolvimento/evolutivo perante ao conceito Indústria 4.0, pois apenas a variável relativa às ferramentas digitais de comunicação com as áreas externas foi avaliada como nível dois, de modo que as outras nove variáveis apresentaram, no mínimo, nível três. A mesma situação pode ser verificada para a subdimensão Estrutura Organizacional (com uma pontuação de 3,43), pois apenas duas variáveis foram avaliadas como nível dois (estrutura organizacional voltada para novas tecnologias e colaboração digital em tempo real).

Por fim, a subdimensão Modelo de Operação, com pontuação de 2,50, apresenta metade das variáveis em evolução (flexibilidade do modelo de operação a necessidades dos parceiros, apoio de tecnologias para comunicação em tempo real e de forma colaborativa com parceiros internos e externos), com um resultado igual ou maior a nível três, e a outra metade com níveis insatisfatórios (utilização de um roteiro para mudanças no modelo de operação, velocidade do compartilhamento dessas mudanças/adaptações e impacto significativo relativo à introdução de novas tecnologias).

De modo geral, mesmo com variáveis apresentando resultados insatisfatórios, observa-se que a divisão possui uma estratégia, cultura e estrutura organizacional que possibilita a fase inicial de implantação do conceito Indústria 4.0 nas atividades da logística interna. Porém, é necessário que o conceito seja abordado de forma mais contundente em seu planejamento estratégico, com objetivos, para implantação do conceito, claramente definidos.

- **INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA (ANEXOS F AO M E GRÁFICO 2)**

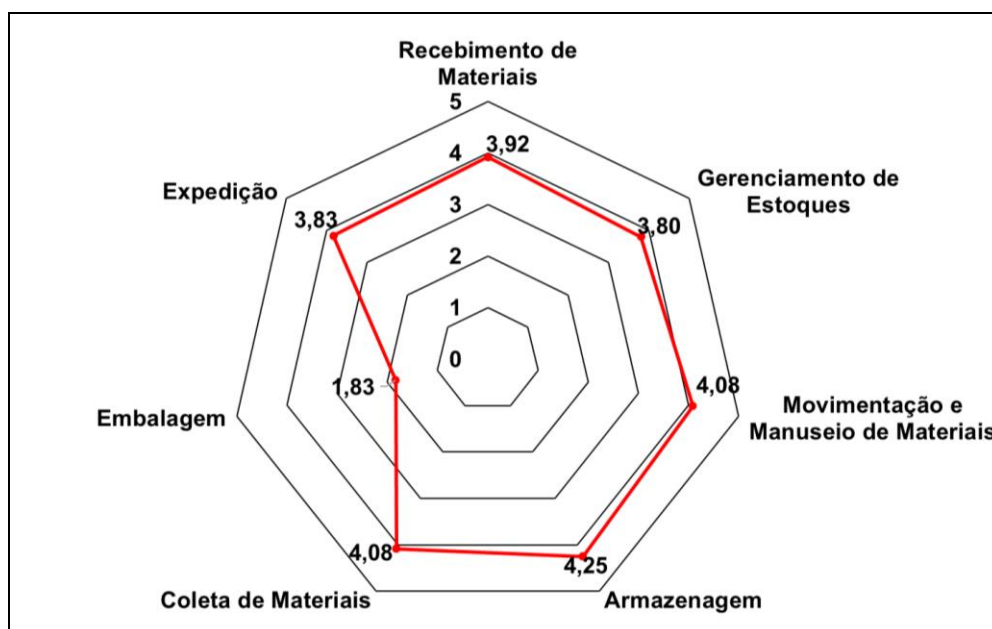


Gráfico 2 – Infraestrutura das Atividades da Logística Interna.

Das sete subdimensões apresentadas no Gráfico 2, seis (recebimento de materiais, gerenciamento de estoques, movimentação e manuseio de

materiais, armazenagem, coleta de materiais e expedição) alcançaram praticamente os mesmos resultados (satisfatórios) para as suas variáveis (Quadro 30):

Resultados Satisfatórios	
o Flexibilidade dos equipamentos;	o Apoio de sistemas da TI nas atividades;
o Flexibilidade dos colaboradores;	o Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores;
o Equipamentos com sensores e atuadores;	o Comunicação entre os sistema da TI;
o Processo padrão para execução das atividades;	o Apoio de sistemas da TI e de dados para tomada de decisão;
o Apoio de métricas para o controle das atividades;	o Adaptações dos sistemas de TI em tempo real;
o Definição de entradas e saídas das atividades;	o Todos os colaboradores utilizando dados para tomada de decisão.
o Percentual de atividades manuais.	o Comunicação em tempo real relativa às adaptações dos sistemas de TI.
Resultados Insatisfatórios	
o Percentual de atividades autônomas;	o Plano de atualização / adaptação dos equipamentos.
o Tomadas de decisões autônomas;	

Quadro 30 – Subdimensões recebimento de materiais, gerenciamento de estoques, movimentação e manuseio de materiais, armazenagem, coleta de materiais e expedição.

Em contraste com as subdimensões citadas anteriormente, a subdimensão Embalagem apresenta apenas três variáveis com resultados satisfatórios (Quadro 31). Nota-se que a divisão estudada considera que essa atividade representa baixo valor agregado às operações, dedicando a ela pouco ou nenhum investimento/projetos de melhorias.

Resultados Satisfatórios	
o Flexibilidade dos equipamentos;	o Processo padrão para execução da atividade.
o Flexibilidade dos colaboradores;	
Resultados Insatisfatórios	
o Equipamentos com sensores e atuadores;	o Apoio de sistemas da TI e de dados para tomada de decisão;
o Apoio de métricas para o controle das atividades;	o Percentual de atividades manuais;
o Definição de entradas e saídas das atividades;	o Percentual de atividades autônomas;
o Apoio de sistemas da TI nas atividades;	o Plano de atualização / adaptação dos equipamentos.
o Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores;	

Quadro 31 – Subdimensão embalagem.

Como diagnóstico, observa-se que, com exceção da atividade de embalagem, a dimensão Infraestrutura das Atividades da Logística Interna possui equipamentos ou sistemas com alta tecnologia, ou com a possibilidade de serem adaptados aos requisitos do conceito Indústria 4.0, além de uma equipe flexível e preparada para os novos desafios do conceito.

- **TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (ANEXOS N AO U E GRÁFICO 3)**

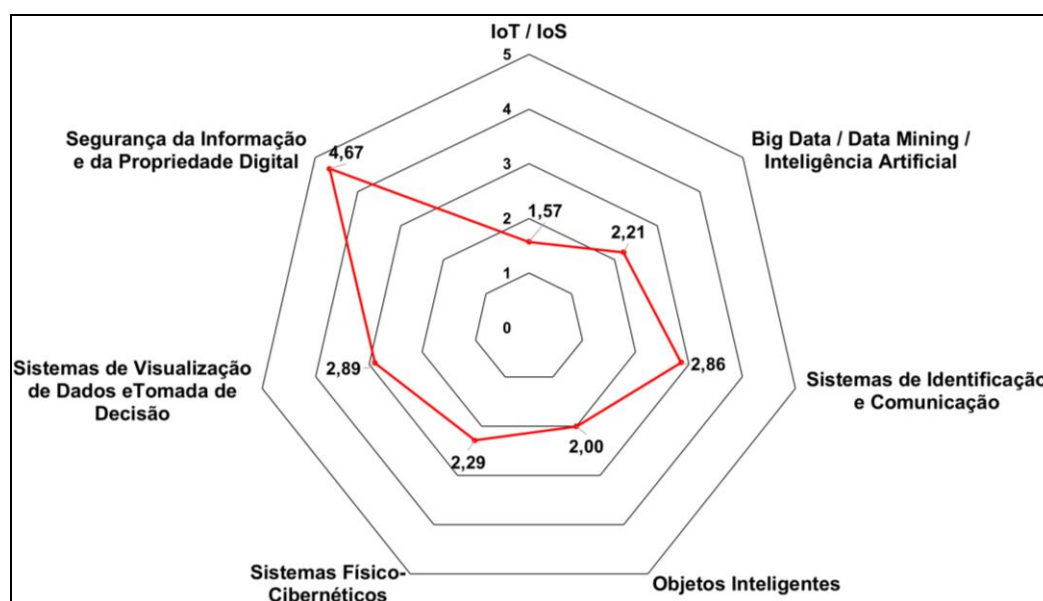


Gráfico 3 – Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação.

Na divisão de grupos geradores, verifica-se que dentre as subdimensões relativas à arquitetura de TI, apenas a segurança da informação e da propriedade digital apresenta todas as variáveis em níveis satisfatórios, com relação ao conceito Indústria 4.0. Essa subdimensão apresentou o maior nível de investimentos e atualizações relativas a novas tecnologias. Já outras três subdimensões (Big Data / Data Mining / Inteligência Artificial; Sistemas de Identificação e Comunicação; Sistemas de Visualização de Dados e Tomada de Decisão), estão com, pelo menos, metade de suas várias em progressão para níveis satisfatórios, considerando, dessa forma, que essas subdimensões se encontram em estado evolutivo.

Por fim, três subdimensões consideradas importantes para o conceito Indústria 4.0 (IoT/IoS; Objetos Inteligentes; Sistemas Físico-Cibernéticos) apresentam as variáveis com os menores níveis relativos ao atendimento ao conceito, comprometendo o avanço tecnológico dessa divisão.

Como diagnóstico para dimensão Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação, pode-se afirmar que mesmo com algumas tecnologias satisfatoriamente implementadas ou em fase de

desenvolvimento/melhoria, as principais tecnologias pertencentes ao conceito ainda apresentam níveis muito aquém, indicando que a divisão ainda está em um nível inicial, em termos tecnológicos, com relação ao conceito Indústria 4.0.

- **INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO (ANEXOS V AO Z E GRÁFICO 4)**

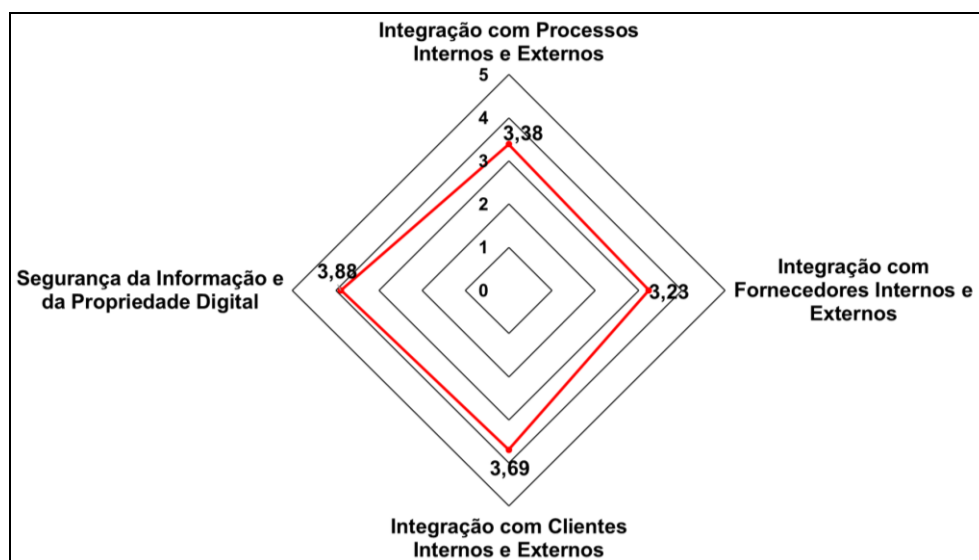


Gráfico 4 – Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio.

Nessa dimensão, observa-se uma similaridade nos resultados das subdimensões, com um leve destaque para a subdimensão Segurança da Informação e da Propriedade Digital. Observa-se que as quatro subdimensões encontram-se em um processo evolutivo, pois pelo menos metade das variáveis avaliadas, em cada subdimensão, apresenta um nível satisfatório. Dessa forma, o diagnóstico observado nessa dimensão expõe que quando ocorre a integração em qualquer que seja o processo, ela é rapidamente desdobrada para todos os outros processos, tanto interno quanto externamente a divisão, reforçando um dos principais objetivos do conceito Indústria 4.0 referentes às integrações verticais e horizontais.

- **RESULTADOS SUBDIMENSÕES E DIMENSÕES (GRÁFICOS 5 E 6)**

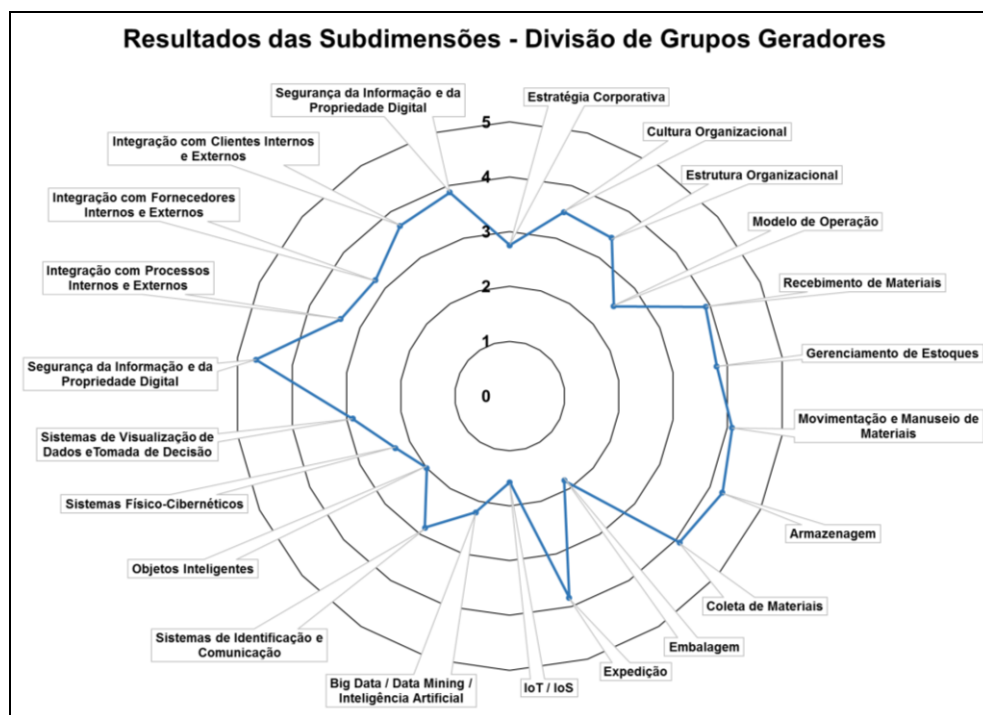


Gráfico 5 – Resultado das vinte e duas subdimensões.

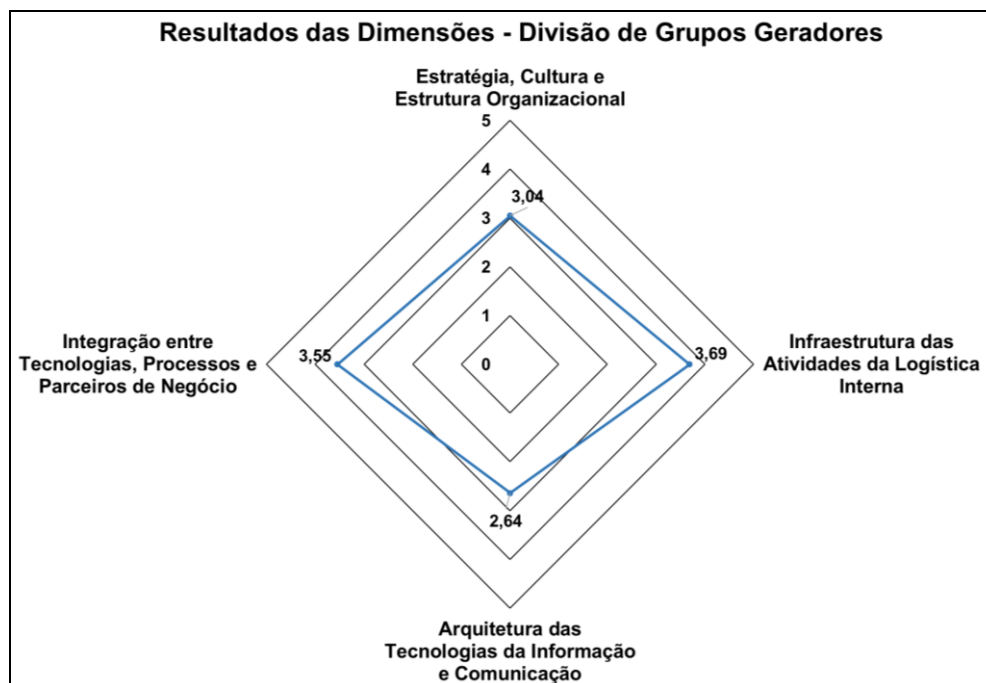


Gráfico 6 – Resultados das quatro dimensões.

Analisando o resultado de todas as dimensões e subdimensões, observa-se que as dimensões Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional;

Infraestrutura das Atividades da Logística Interna; e Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio, apresentam praticamente o mesmo nível de preparo, com pontuações acima de três, porém, ainda não atendem totalmente os requisitos do conceito Indústria 4.0. Um dos fatores está diretamente relacionado à dimensão com menor resultado (Arquitetura das Tecnologias da Informações e Comunicação), pois alguns dos resultados insatisfatórios apresentados nas outras três subdimensões estão relacionados à defasagem tecnológica dos equipamentos e sistemas da TI.

Portanto, pode-se afirmar que para uma maior evolução das três dimensões que já apresentam níveis satisfatórios, é primordial que se planeje investimentos em melhorias tecnológicas, e que esse planejamento esteja no *roadmap* estratégico da divisão.

4.3 RESULTADOS – DIVISÃO DE TRATORES (ETAPA 5)

Após a aplicação da pesquisa na divisão de montagem de tratores de rodas e esteira, foram encontrados os seguintes resultados.

- **ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (ANEXO A1 AO E1, GRÁFICO 7)**

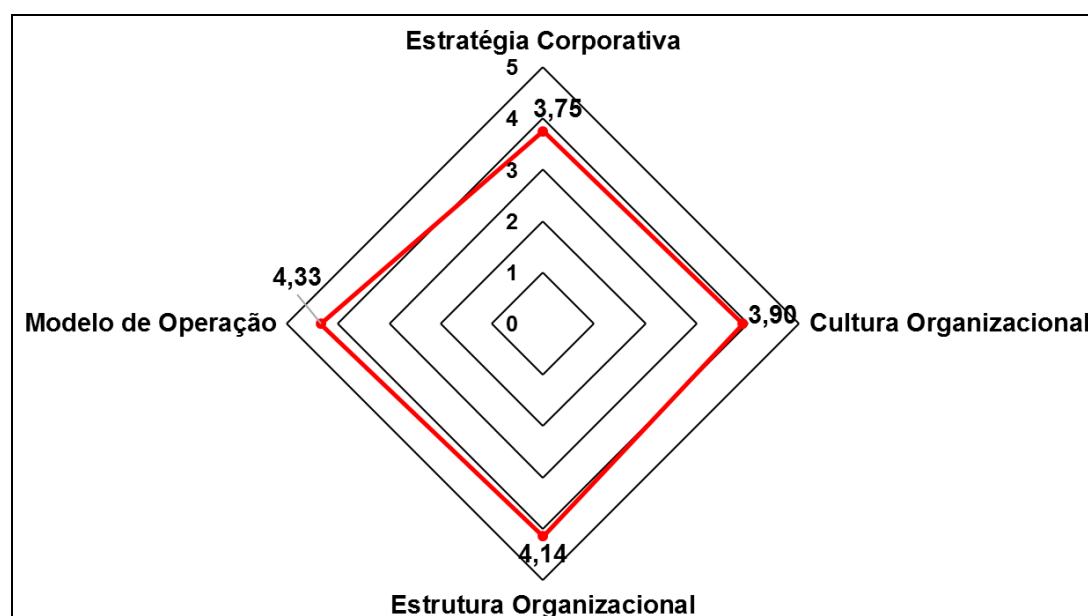


Gráfico 7 – Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional.

Observa-se que na divisão de tratores, o resultado das quatro subdimensões relativas à Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional apresenta um nível de preparo maior que a divisão de grupos geradores. Na subdimensão Estratégia Corporativa, por exemplo, apenas duas variáveis foram avaliadas de forma insatisfatória (planejamento estratégico para o conceito Indústria 4.0 na empresa e planejamento estratégico para o conceito Indústria 4.0 na logística interna).

Nas outras três subdimensões, nenhuma variável foi avaliada abaixo de nível três. Na média, o resultado de 4,03 da dimensão Estratégia Cultura e Estrutura Organizacional mostra que a estratégia da divisão já caminha rumo ao conceito Indústria 4.0, pois apenas o termo “Indústria 4.0” não foi totalmente adotado, porém o planejamento estratégico da empresa já aborda os requisitos do conceito.

- **INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA (ANEXO F1 AO M1 E GRÁFICO 8)**

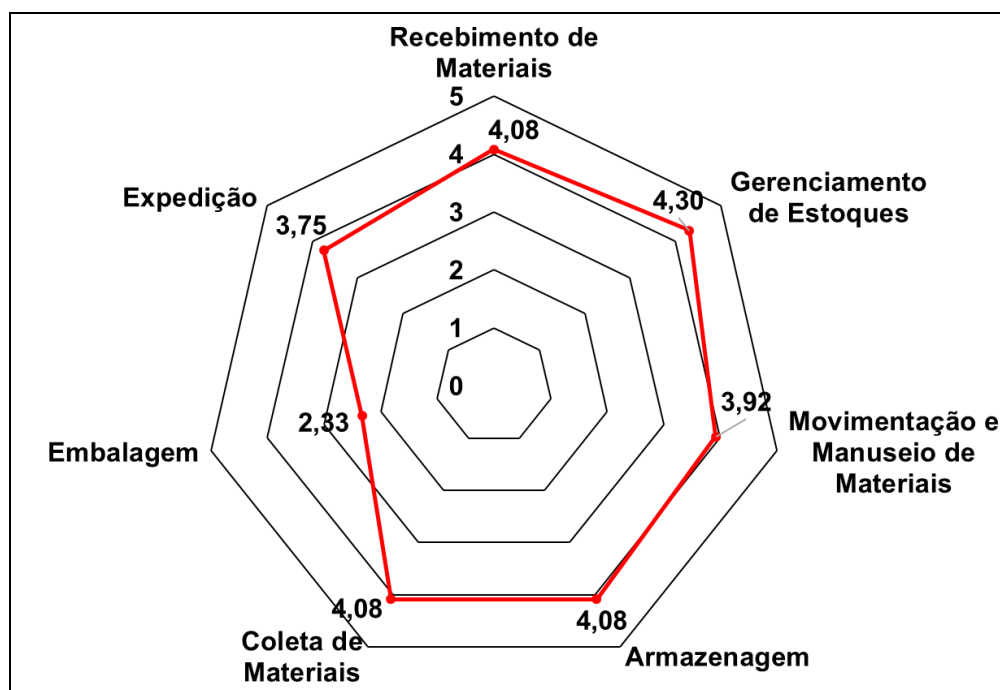


Gráfico 8 – Infraestrutura das Atividades da Logística Interna.

Seguindo as mesmas similaridades dos resultados apresentados na divisão de grupos geradores, das sete subdimensões expostas no Gráfico 13,

seis (recebimento de materiais, gerenciamento de estoques, movimentação e manuseio de materiais, armazenagem, coleta de materiais e expedição) apresentaram praticamente os mesmos resultados para as suas variáveis (Quadro 32). Nota-se uma pequena diferença apenas na variável relativa à flexibilidade dos equipamentos, pois para algumas atividades essa flexibilidade é considerada difícil de realizar devido ao tamanho e distância das áreas da empresa. Mais uma vez, a subdimensão relativa à embalagem demonstrou o pior resultado, pelo mesmo motivo da divisão anterior, ou seja, essa atividade é considerada de baixo valor agregado para a operação (Quadro 33).

Resultados Satisfatórios	
o Flexibilidade dos equipamentos;	o Apoio de sistemas da TI nas atividades;
o Flexibilidade dos colaboradores;	o Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores;
o Equipamentos com sensores e atuadores;	o Comunicação entre os sistema da TI;
o Processo padrão para execução das atividades;	o Apoio de sistemas da TI e de dados para tomada de decisão;
o Apoio de métricas para o controle das atividades;	o Adaptações dos sistemas de TI em tempo real;
o Definição de entradas e saídas das atividades;	o Todos os colaboradores utilizando dados para tomada de decisão;
o Percentual de atividades manuais;	o Comunicação em tempo real relativa às adaptações dos sistemas de TI.
o Plano de atualização / adaptação dos equipamentos;	
Resultados Insatisfatórios	
o Percentual de atividades autônomas;	o Flexibilidade dos equipamentos.
o Tomadas de decisões autônomas;	

Quadro 32 – Subdimensões recebimento de materiais, gerenciamento de estoques, movimentação e manuseio de materiais, armazenagem, coleta de materiais e expedição.

Resultados Satisfatórios	
o Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores;	o Processo padrão para execução da atividade;
o Flexibilidade dos colaboradores;	o Definição de entradas e saídas das atividades;
Resultados Insatisfatórios	
o Equipamentos com sensores e atuadores;	o Apoio de sistemas da TI e de dados para tomada de decisão;
o Apoio de métricas para o controle das atividades;	o Percentual de atividades manuais;
o Flexibilidade dos equipamentos;	o Percentual de atividades autônomas;
o Apoio de sistemas da TI nas atividades;	o Plano de atualização / adaptação dos equipamentos.

Quadro 33 – Subdimensão embalagem.

Portanto, mesmo com uma pequena melhora, quando comparada à divisão anterior, observa-se que, para a divisão de tratores, a dimensão Infraestrutura das Atividades da Logística Interna, ainda excluindo a atividade da embalagem, também possui equipamentos ou sistemas com alta tecnologia, ou com possibilidades de serem adaptados aos requisitos do conceito Indústria 4.0.

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (ANEXOS N1 AO U1 E GRÁFICO 9)

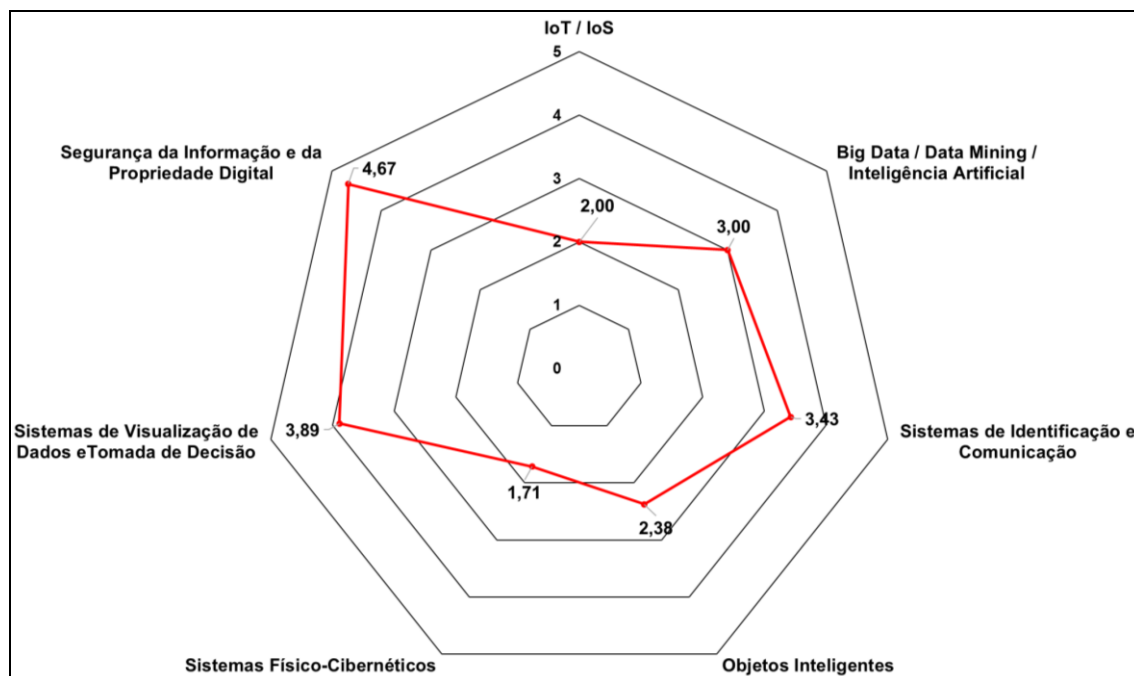


Gráfico 9 – Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação.

Quando compara a divisão de grupos geradores, observa-se que a divisão de tratores apresentou uma pequena melhora nas subdimensões da Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação, porém com muitas tecnologias importantes para o conceito Indústria 4.0 ainda com resultados insatisfatórios, como os sistemas físico-cibernéticos, que alcançaram um resultado ainda mais baixo que a divisão anterior. Porém, a Big Data/Data Mining/Inteligência Artificial alcançou nível três, o que mostra uma evolução nessa divisão, com relação ao tratamento de todos os dados gerados, além do início de tomadas de decisão autônomas ou totalmente baseadas em dados.

Entretanto, mesmo com essa melhora, o resultado das subdimensões sistemas físico-cibernéticos, IoT/IoS e objetos inteligentes impossibilita que a divisão avance, tecnologicamente, com relação ao seu preparo perante o conceito Indústria 4.0, para essa dimensão.

- **INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO (ANEXOS V1 AO Z1 E GRÁFICO 10)**

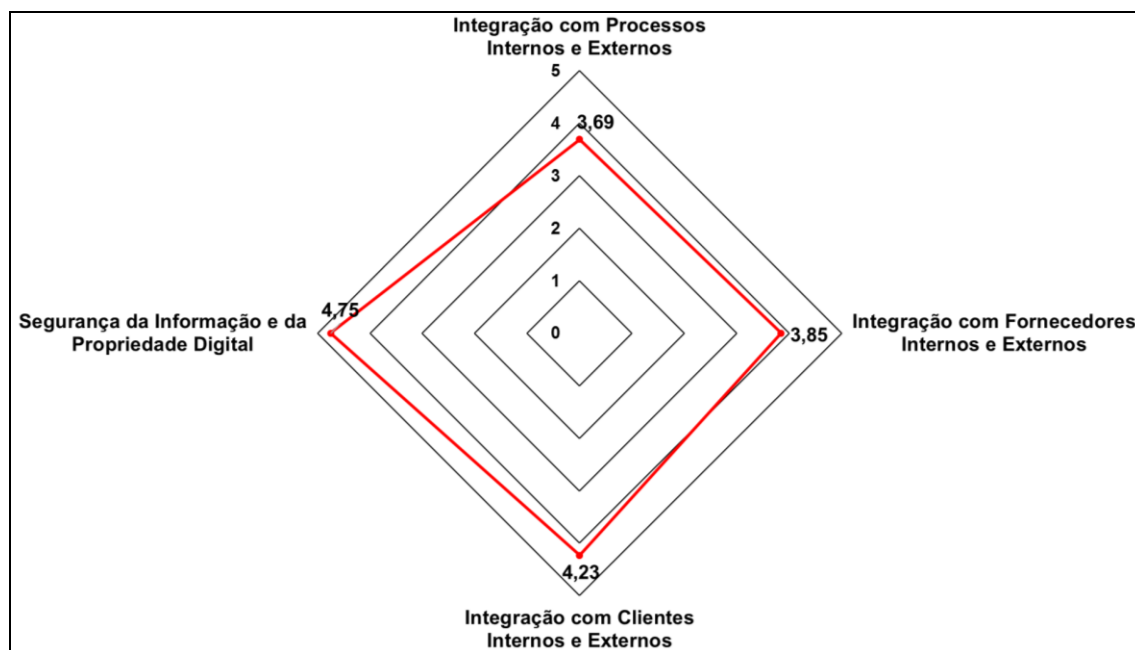


Gráfico 10 – Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio.

Na dimensão Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio, mais uma vez a divisão de tratores encontra-se em uma posição à frente quando comparada à divisão de grupos geradores, pois todas as subdimensões apresentaram pontuações mais altas. Observa-se que duas subdimensões (integração com processos internos e externos; integração com fornecedores internos e externos) encontram-se em um processo evolutivo, pois mais da metade das variáveis avaliadas, em cada dimensão, apresentou um nível satisfatório.

O que se pode destacar na divisão de tratores é a ótima integração que as operações apresentam juntos aos principais clientes. Isso demonstra que essa divisão já dedicou parte de seus investimentos nas integrações requeridas pelo conceito Indústria 4.0, principalmente na Integração horizontal (com clientes), e já possui um planejamento (*roadmap*) para estender essa integração para toda a cadeia de valor.

• **RESULTADOS DAS SUBDIMENSÕES E DIMENSÕES (GRÁFICOS 11 E 12)**

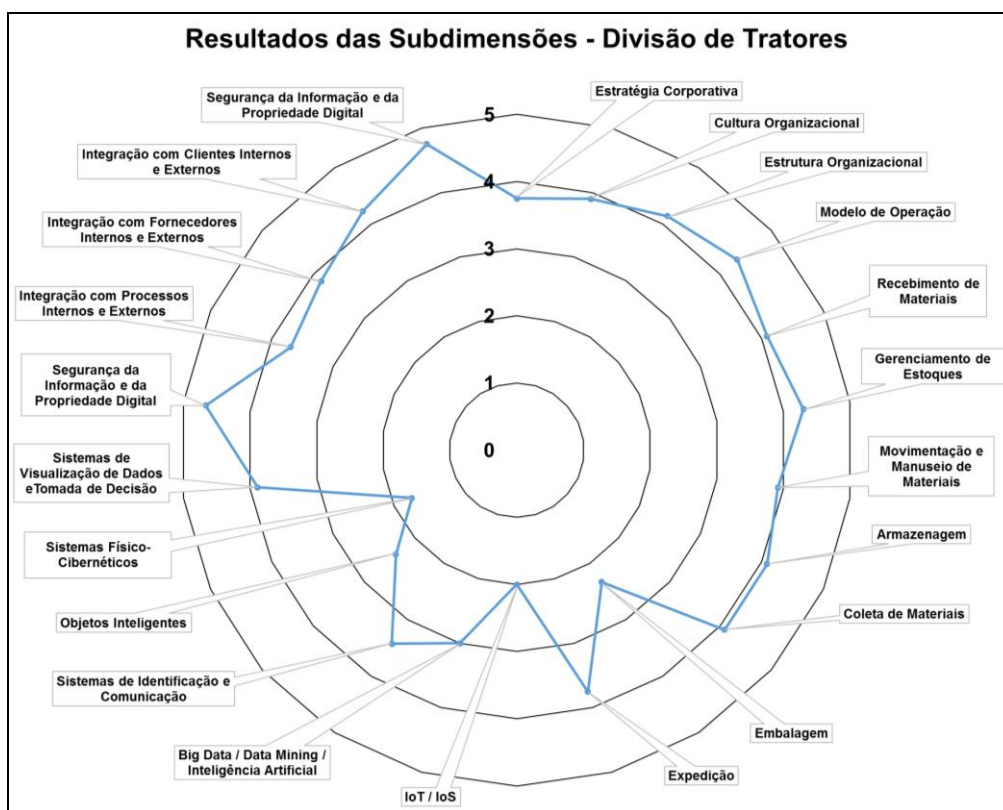


Gráfico 11 – Resultado das vinte e duas subdimensões.

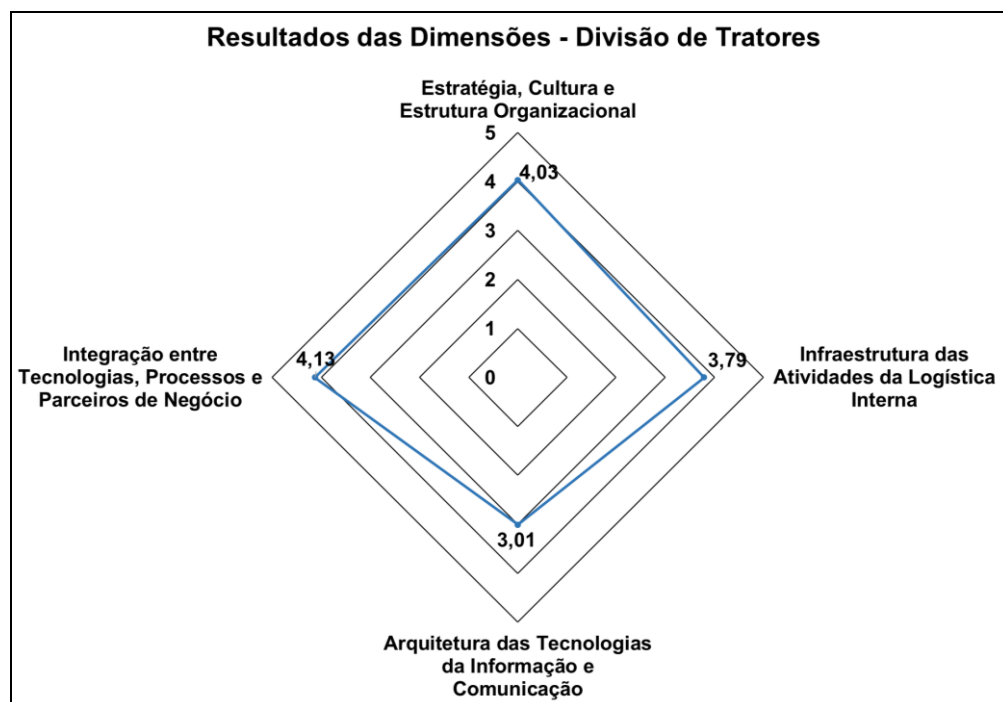


Gráfico 12 – Resultados das quatro dimensões.

Com base nos resultados de todas as dimensões e subdimensões, observa-se que a divisão de tratores de rodas e esteiras evolui com uniformidade para alcançar o conceito Indústria 4.0. Similar à divisão de grupos geradores, a divisão de tratores ainda é deficitária com relação à implantação das principais tecnologias do conceito Indústria 4.0, porém, possui um planejamento mais sólido para aquisição/adaptação das tecnologias necessárias ao conceito.

Portanto, pode-se afirmar que essa divisão apresenta um grande potencial para alcançar o conceito Indústria 4.0, no mesmo período previsto em que o governo alemão pretende iniciar a demonstração dos benefícios desse conceito (entre 2020 e 2025).

4.4 RESULTADOS – DIVISÃO DE CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS (ETAPA 5)

Após a aplicação da pesquisa na divisão relativa ao centro de distribuição de peças, foram encontrados os seguintes resultados.

- **ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (ANEXOS A2 AO E2, GRÁFICO 13)**

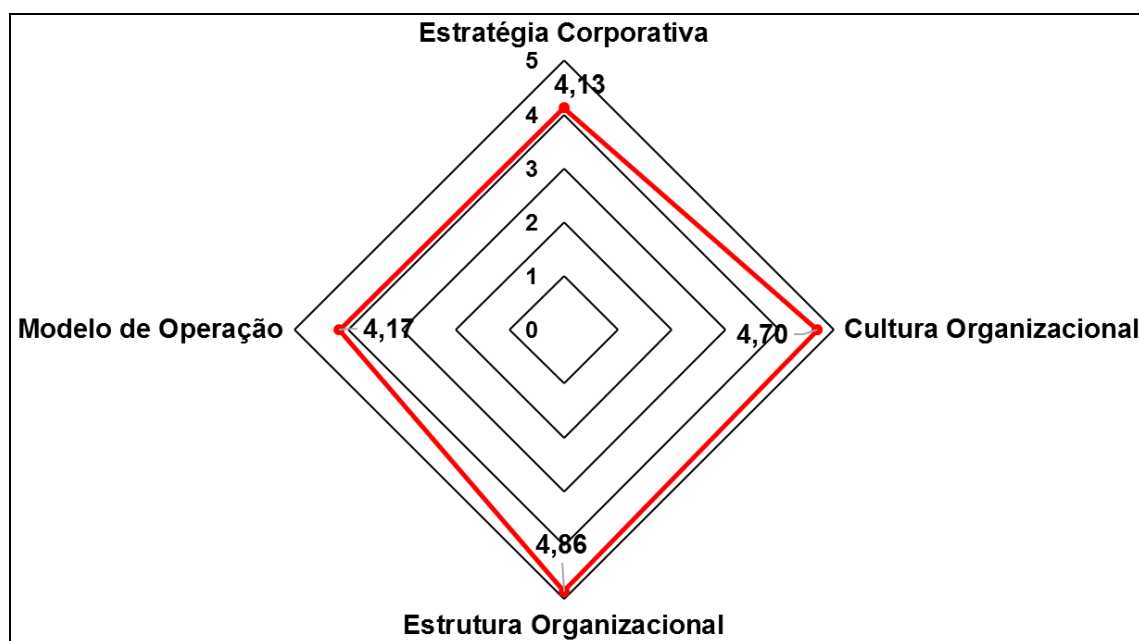


Gráfico 13 – Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional.

Das três divisões avaliadas, a divisão relativa ao centro de distribuição de peças apresentou o melhor resultado, referente ao preparo para o conceito Indústria 4.0. Isso fica evidente na dimensão Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional, em que apenas três variáveis (planejamento estratégico para o conceito indústria 4.0 na empresa; planejamento estratégico para o conceito indústria 4.0 na logística interna; utilização de *roadmap* para adaptações das atividades da logística interna) apresentaram resultados insatisfatórios. Esse excelente resultado é percebido especificamente nessa divisão, devido a sua estratégia estar totalmente dedicada a evolução tecnológica em processos logísticos internos. Nota-se que, para essa dimensão, a divisão está a poucos passos de atender inteiramente ao conceito Indústria 4.0.

- **INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA (ANEXOS F2 AO M2 E GRÁFICO 14)**

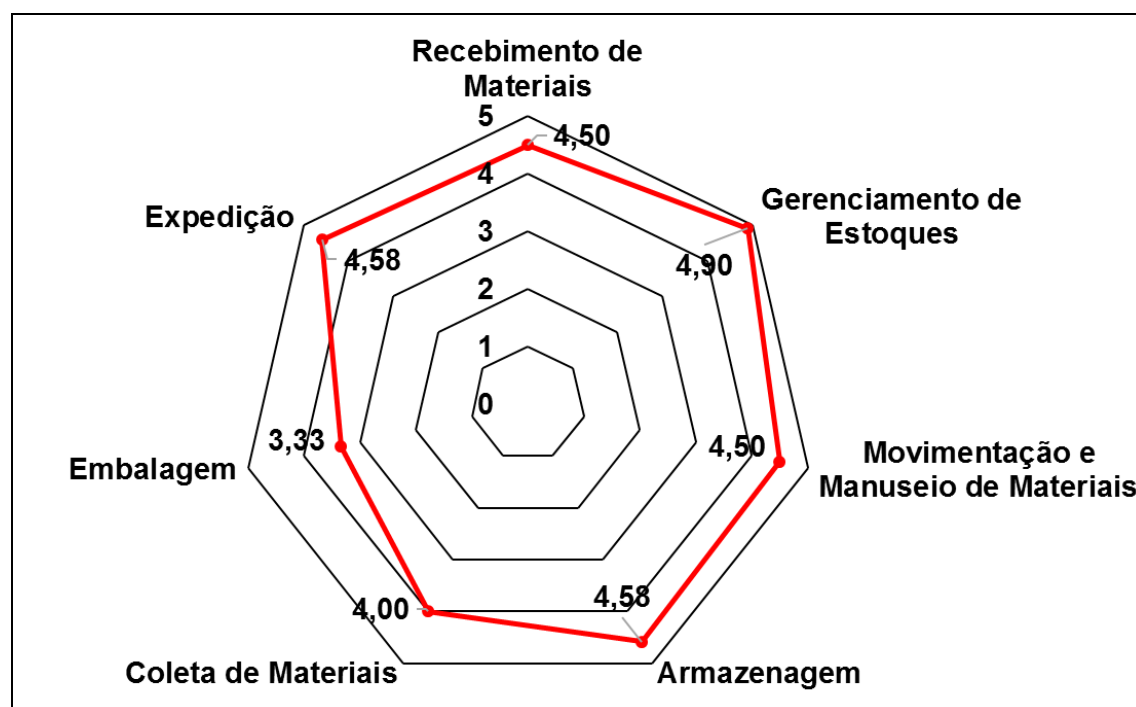


Gráfico 14 – Infraestrutura das Atividades da Logística Interna.

Seguindo a mesma tendência da dimensão anterior, nessa divisão, a dimensão Infraestrutura das Atividades da Logística Interna também apresenta uma melhora significativa em todas as subdimensões. A subdimensão gerenciamento de estoque, por exemplo, alcançou praticamente a pontuação

máxima em todas as suas variáveis, e a subdimensão embalagem, diferentemente das divisões anteriores, apresentou sete, das doze variáveis, com pontuações satisfatórias. Porém, similar as outras duas divisões, nota-se que a pontuação relativa ao percentual de atividades autônomas, também aparece com uma pontuação insatisfatória.

O Quadro 34 expõe como ficaram os resultados das variáveis das subdimensões recebimento de materiais, gerenciamento de estoques, movimentação e manuseio de materiais, armazenagem, coleta de materiais e expedição, e o Quadro 35 expõe os resultados apenas da subdimensão embalagem.

Resultados Satisfatórios	
o Flexibilidade dos equipamentos;	o Apoio de sistemas da TI nas atividades;
o Flexibilidade dos colaboradores;	o Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores;
o Equipamentos com sensores e atuadores;	o Comunicação entre os sistema da TI;
o Processo padrão para execução das atividades;	o Apoio de sistemas da TI e de dados para tomada de decisão;
o Apoio de métricas para o controle das atividades;	o Adaptações dos sistemas de TI em tempo real;
o Definição de entradas e saídas das atividades;	o Todos os colaboradores utilizando dados para tomada de decisão;
o Percentual de atividades manuais;	o Comunicação em tempo real relativa às adaptações dos sistemas de TI;
o Plano de atualização / adaptação dos equipamentos;	o Tomadas de decisões autônomas.
Resultados Insatisfatórios	
o Percentual de atividades autônomas;	o Flexibilidade dos colaboradores (apenas para coleta de materiais).
o Percentual de atividades manuais (apenas para coleta de materiais);	

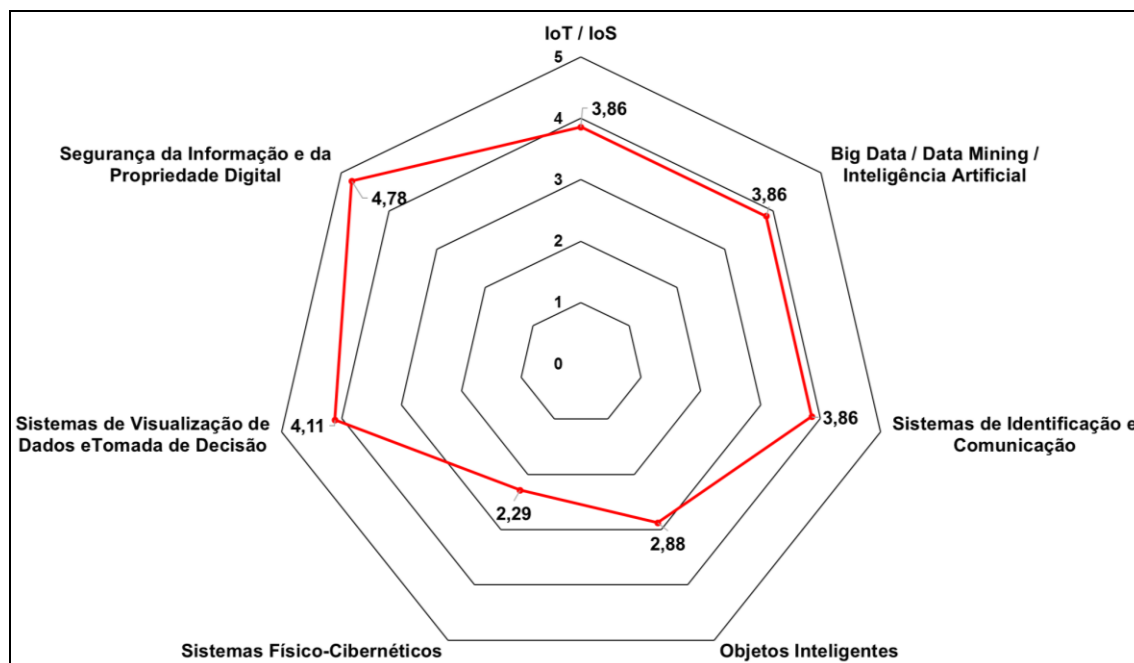
Quadro 34 – Subdimensões recebimento de materiais, gerenciamento de estoques, movimentação e manuseio de materiais, armazenagem, coleta de materiais e expedição.

Resultados Satisfatórios	
o Disponibilidade de sistemas da TI para os colaboradores;	o Processo padrão para execução da atividade;
o Apoio de métricas para o controle das atividades;	o Definição de entradas e saídas das atividades;
o Apoio de sistemas da TI nas atividades;	o Plano de atualização / adaptação dos equipamentos.
o Apoio de sistemas da TI e de dados para tomada de decisão;	
Resultados Insatisfatórios	
o Equipamentos com sensores e atuadores;	o Percentual de atividades manuais;
o Flexibilidade dos colaboradores;	o Percentual de atividades autônomas;
o Flexibilidade dos equipamentos;	

Quadro 35 – Subdimensão embalagem.

Portanto, pode-se afirma-se que, para a dimensão Infraestrutura das Atividades da Logística Interna, o centro de distribuição de peças apresenta uma pontuação muito próxima ao conceito Indústria 4.0, com oportunidades de melhoria, principalmente na subdimensão embalagem.

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (ANEXO N2 AO U2 E GRÁFICO 15)



Gráficos 15 – Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação.

A dimensão Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação, apesar de apresentar resultados superiores quando comparados às divisões anteriores, possui ainda subdimensões em estado evolutivo. A subdimensão sistemas físico-cibernéticos, por exemplo, alcançou resultado satisfatório em apenas uma variável, e a subdimensão relativa aos objetos inteligentes ainda apresenta um resultado insatisfatório/evolutivo. Por essa razão, muitos resultados das outras dimensões, são impactados pelo processo evolutivo dessa dimensão.

- **INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO (ANEXOS V2 AO Z2 E GRÁFICO 16)**

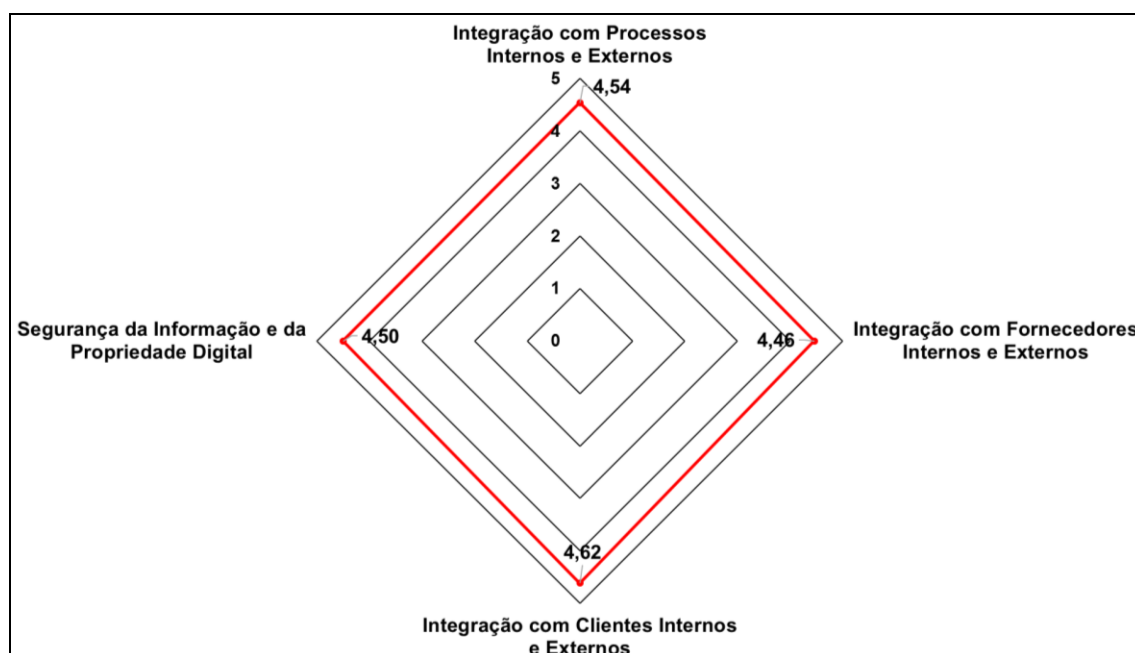


Gráfico 16 – Integração entre as Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio.

Por fim, a dimensão Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio ainda não atingiu o nível máximo com relação ao conceito Indústria 4.0, devido às oportunidades de melhorias identificadas na dimensão anterior, como por exemplo a implantação dos sistemas físico-cibernéticos e objetos inteligentes. Fica claro que, para o centro de distribuição de peças, a integração com todos os parceiros de negócio é uma das estratégias que garante a maior parte dos resultados de toda a operação. Percebe-se também que existem várias iniciativas internas, e da própria matriz, que priorizam a evolução tecnológica desta divisão, uma vez que ela é identificada como estratégica para todos os clientes que necessitam de peças de reposição em até vinte e quatro horas. Uma dessas iniciativas é a instalação de sensores e software, que monitoram os principais componentes do equipamento em tempo real, informando o usuário, revendedor e centro de distribuição a data proposta para a substituição de determinado componente.

• **RESULTADOS DAS SUBDIMENSÕES E DIMENSÕES (GRÁFICOS 17 E 18)**



Gráfico 17 – Resultado das vinte e duas subdimensões.

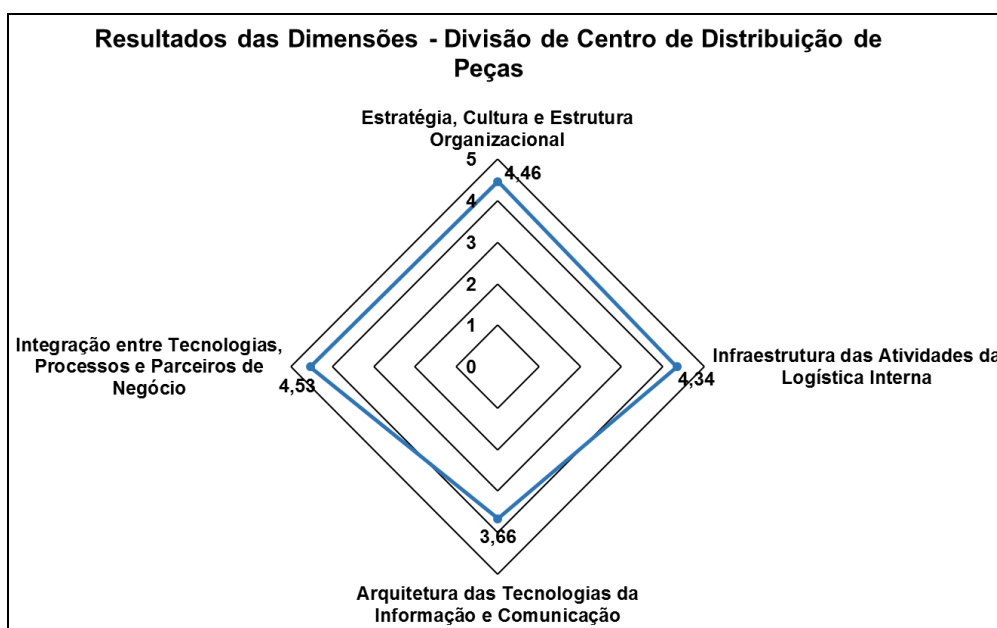


Gráfico 18 – Resultados das quatro dimensões.

Portanto, entre todas as divisões avaliadas, essa divisão foi a que apresentou maior uniformidade e planos de ação para alcançar o conceito Indústria 4.0, com ações mais contundentes da administração para que as lacunas sejam sanadas e a divisão chegue ao nível de preparo satisfatório, com relação ao conceito, nos próximos cinco anos.

5 CONCLUSÕES

Uma das inovações que podem auxiliar as empresas a enfrentar a forte competição atual é a Indústria 4.0. As tecnologias da Indústria 4.0 podem trazer benefícios significativos também para os processos logísticos que chegam a demandar até 25% da mão de obra disponível na indústria e representar até 87% do ciclo de produção dos produtos.

O requisito básico para implantação dessas tecnologias na área da logística é ter pleno conhecimento do estágio em que a empresa se encontra em relação às mesmas. Para tanto, é necessário fazer um diagnóstico do seu estado atual, com base no conceito Indústria 4.0, e uma maneira de se realizar o diagnóstico, é utilizar um modelo específico para avaliação do nível de preparo da empresa em relação às inovações que pretende implantar. Esse modelo deve auxiliar a empresa na identificação do seu grau de maturidade e fornecer diretrizes para definir os passos subsequentes, necessários para implantar tais inovações. Observa-se, no entanto, que ainda não existe na literatura um modelo específico para avaliação das atividades da logística interna no que se refere ao conceito de Indústria 4.0.

Para suprir essa lacuna, foi proposto neste trabalho um modelo que avalia o nível de preparo de empresas de manufatura para implantação do conceito Indústria 4.0 nas atividades da logística interna. Esse modelo foi desenvolvido com base nos modelos genéricos de análise do grau de maturidade de empresas em relação ao conceito Indústria 4.0 e na revisão da literatura. Foram selecionados cinco modelos relevantes a partir dos quais foram estabelecidas as dimensões para avaliação. O modelo é composto de um conjunto hierarquizado de dimensões, subdimensões e variáveis de análise, que avaliam de forma detalhada, as atividades da logística interna, de empresas de manufatura.

Para verificar a sua aplicabilidade e possíveis oportunidades de melhoria, o modelo foi aplicado em três divisões de uma empresa de manufatura de grande porte. Nas divisões da empresa analisada observa-se,

por exemplo, que suas estratégias apresentam lacunas relativas ao planejamento estratégico e desenvolvimento de roteiros para a implantação do conceito Indústria 4.0. Já na infraestrutura das atividades da logística interna, a lacuna concentra-se na atividade da embalagem, considerada de baixo valor agregado, recebendo poucos investimentos e permanecendo fora dos planejamentos estratégicos das divisões. A arquitetura das tecnologias da informação e comunicação foi a dimensão que apresentou a maior deficiência, pois tecnologias consideradas fundamentais para o conceito Indústria 4.0, como IoT, Big Data, Objetos Inteligentes e CPS, não estão implantadas nas divisões e não constam em um plano de implantação para os próximos cinco anos. Por fim, as integrações entre tecnologias, processos e parceiros de negócio estão presentes nas divisões, porém são impactadas, principalmente, pela lacuna relativa à arquitetura das tecnologias da informação e comunicação.

Observa-se também que, mesmo em uma empresa onde a execução das atividades é similar em praticamente todas as divisões, são diagnosticados níveis de preparo diferentes, da mesma forma que variáveis diferentes serão identificadas como lacunas. Identifica-se ainda que a adoção ou adaptação das tecnologias consideradas estratégicas para o conceito Indústria 4.0, são os desafios para as empresas que pretendem alcançar os requisitos desse conceito.

O modelo desenvolvido se mostra adequado ao objetivo a que se propõe, pois fornece às empresas que pretendem aplicar recursos também nas atividades da logística interna, a oportunidade de identificar deficiências em suas operações logísticas, com relação aos requisitos da Indústria 4.0, por meio da análise dos resultados de um amplo conjunto de variáveis. O modelo permite, portanto, fazer um diagnóstico da área de logística da empresa em relação aos requisitos da Indústria 4.0 de forma sistematizada.

O modelo desenvolvido contribui para o avanço do conhecimento sobre o conceito Indústria 4.0, pois fornece uma análise do preparo das empresas com relação à implantação desse conceito, auxiliando-as no desenvolvimento

de planos de melhoria. Representa, também, um avanço no que se refere à avaliação e identificação de oportunidades de melhoria nas atividades da logística interna, por meio da análise do resultado de variáveis importantes relativas ao conceito Indústria 4.0.

Por ser um conceito relativamente novo, em fase de construção, a literatura ainda apresenta questões que precisam ser melhor definidas e esclarecidas. Adicionalmente, em função do próprio estágio de evolução da literatura e do avanço da maturidade do conceito Indústria 4.0, observa-se que estas questões se estendem, também, para a prática no âmbito empresarial. O modelo desenvolvido neste trabalho, apesar de abrangente, deverá sofrer alterações ao longo do tempo considerando a evolução do conceito Indústria 4.0 que ainda é muito recente. No entanto, espera-se que tais limitações sejam superadas na medida em que a teoria sobre o assunto se desenvolva e que se ampliem as aplicações práticas deste modelo.

Como sugestão para trabalhos futuros sugere-se que esse modelo seja desdobrado para aplicação nas atividades da logística de *inbound* e de *outbound*, e que o mesmo seja reavaliado e atualizado de acordo com a evolução do conceito, provendo um suporte ainda mais abrangente para as empresas que pretendam evoluir com relação à implantação da Indústria 4.0.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULMALEK, A.A.; RAJGOPAL, J. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. *International Journal of Production Economics* 107, pp. 223-236, 2007.

ABRELL-VOGEL, C.; ROWOLD, J. Leaders' commitment to change and their effectiveness in change – a multilevel investigation. *Journal of Organizational Change Management*, Vol. 27 Issue: 6, pp.900-921, 2014.

ACATECH – Cyber-physical systems: innovationsmotor fur mobilitat, gesundheit, energie and production. Heidelberg: Springer Verlag, 2011.

ACATECH – National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0, 2013.

ACATECH: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0. acatech, 2015.

ACATECH – Industry 4.0 maturity index: managing the digital transformation of companies. Acatech Study, 2017.

ADDO-TENKORANG, R.; HELO, P.T. Big data applications in operations/supply-chain management: a literature review. *Computers & Industrial Engineering* 101, pp. 528-543, 2016.

ADOLPHS, P.; BEDENBENDER, H.; DIRZUS, D.; EHLICH, M.; EPPLE, U.; HAN-KEL, M.; HEIDEL, R.; HO MEISTER, M.; HUHLE, H.; KÄRCHER, B.; KOZI-OLEK, H.; PICHLER, R.; POLLMEIER, S.; SCHEWE, F.; WALTER, A.; WASER, B.; WOLLSCHLAEGER, M. Statusreport Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0), p.32, 2015.

AHMAD, A.; PAUL, A.; RATHORE, M.M.; CHANG, H. Smart cyber society: Integration of capillary devices with high usability based on Cyber-Physical System, *Futur. Gener. Comput. Syst.* 56, 2016.

AHMADY, G.A.; NIKOORAVESH, A.; MEHRPOUR, M. Effect of organizational culture on knowledge management based on Denison model. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 230, p. 387 – 395, 2016.

ANTUNES, D.S.L. Análise de problemas e propostas de melhoria nos processos de abastecimento de materiais às linhas de produção – Um caso de estudo na indústria do automóvel. Escola de Engenharia - Universidade do Minho, Portugal, 2012.

ANDERL, R. Industrie 4.0 – Advanced engineering of smart products and smart production. *Technological Innovations in the Product Development. 19th International Seminar on High Technology*, Piracicaba-Brasil, 2014.

ANDERL, R. Industrie 4.0 – technological approaches, use cases, and implementation. *Automatisierungstechnik*, p.753-765, 2015.

ANDERL, R.; PICARD, A.; WANG, Y.; FLEISHER, S.; DOSCH, S.; KLEE, B.; BAUER, J. Guideline industrie 4.0 – guiding principles for the implementation of industrie 4.0 in a small and medium sized business. *VDMA Forum Industrie 4.0*, Frankfurt, 2015.

ARUNACHALAM, D.; KUMAR, N.; KAWALEK, J.P. Understanding big data analytics capabilities in supply chain management: Unravelling the issues, challenges and implications for practice. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2017.

ASARE, P.; BROMAN, D.A.; LEE, E.; TÖRNGREN, M.; SUNDER, S. Cyber-Physical Systems.org, (2012). <http://cyberphysicalsystems.org> (accessed July 02, 2017).

ATZORI L, IERA A, MORABITO G. The internet of things: a survey. *Computer Networks* 54 p.2787–2805, 2010.

ATZORI L, IERA A, MORABITO G. From “smart objects” to “social objects”: the next evolutionary step of the internet of things. *IEEE Communication Magazine*, 2014.

BABAK, M.; TIMO, N.; JESSE, K.; TAINA, T.; MARK, N.; XIUQING, S.; GANG, X. The impact of social manufacturing on the value chain in the apparel industry, service operations and logistics, and informatics. *IEEE International Conference*, p.378-381, 2014.

BABICEANU, R.F.; SEKER, R. Big data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: a survey of the current status and future outlook. *Computers in Industry* 81, p. 128-137, 2016.

BALDWIN, H. When big data projects go wrong. *Forbes*, 2015. Retrieved from <http://www.forbes.com/sites/howardbaldwin/2015/01/22/when-big-data-projects-go-wrong/#4b11e3a26231>. Accessed in July 17th, 2017.

BALLOU, R.H. *Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas, 1992.

BALLOU, R.H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial*. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BALLOU, R. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos / Logística Empresarial*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARRATT-PUGH, L.; BAHN, S.; GAKERE, E. Managers as change agents: Implications for human resource managers engaging with culture change. *Journal of Organizational Change Management*, Vol. 26 Issue: 4, pp.748-764, 2013.

BAUERNHANSL, T.; HOMPEL, M.; VOGEL-HEUSER, B. (Eds.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung Und Logistik*, Springer, Wiesbaden, 2014.

BEACH, E.; MUHLEMANN, A.; PRICE, D.; PATERSON, A.; SHARP, J. A. Review of manufacturing flexibility. *European Journal of Operational Research*, v. 122, n. 1, p. 41-57, 2000.

BEINSCHOB, P. et al. Semi-automated map creation for last deployment of AGV fleets in modern logistics. *Robotics and Autonomous Systems*, pp. 281-295, 2017.

BERTOLINI, M.; BOTTANI E.; FERRETTI, G.; RIZZI, A.; VOLPI, A. Experimental Evaluation of Business Impacts of RFID in Apparel and Retail Supply Chain. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications* 3 (4), p.257–282, 2012.

BERTOLINI, M.; FERRETTI, G.; MONTANARI, R.; RIZZI, A.; VIGNALI, G. A Quantitative Evaluation of the Impact of the RFID Technology on Shelf Availability. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications* 3 (3), p.159–180, 2012.

BERTOLUCCI, J. Intel cuts manufacturing costs with big data. *Information Week* (2013). Retrieved from <http://www.informationweek.com/software/information-management/intel-cuts-manufacturing-costs-with-big-data/d/d-id/1109111>. Acessado em 16 Julho de 2017.

BHASIN, S. An appropriate change strategy for lean success. *Management Decision* 50, n.3, pp. 439-458, 2012.

BLACKWELL, A.F.; PHAAL, R.; EPPLER, M.; CRILLY, N. Strategy roadmaps: New forms, new practices. 5th International Conference on Diagrammatic Representation and Inference, Diagrams, 2008.

BLOSS, R. Robots use machine vision and other smart sensors to aid innovative picking, packing and palletizing. *Industrial Robot: An International Journal* 40/6, p. 525-529, 2013.

BORDUM, A. The strategic balance in a change management perspective. *Society and Business Review*, Vol. 5 Issue: 3, pp.245-258, 2010.

BOTTANI, E.; VIGNALI, G. Improving logistics efficiency of industrial districts: a framework and case study in the food sector. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2014.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D.J.; COOPER, M.B. *Gestão logística das cadeias de suprimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D.J.; COOPER, M.B.; BOWERSOX, J.C. *Gestão logística da cadeia de suprimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2014.

BRADLEY, J.; BARBIER, J.; HANDLER, D. Embracing the internet of everything to capture your share of \$14.4 trillion. *Cisco White Paper*, 2013.

BÜRGER, T.; TRAGL, K. SPS-Automatisierung mit den Technologien der IT-Welt verbinden. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, eds., 2014: *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration*, 559–569, 2014.

CAMERON, E.; GREEN, M. *Making sense of change management: a complete guide to the models, tools, and techniques of organizational change*. Kogan Page, London, 4th Edition, 2015.

CAPGEMINI. *Unlocking the Power of Data and Analytics: Transforming Insight into Income*, Capgemini (2012), available at: <http://www.uk.capgemini.com/resources/business-process-analyticsunlocking-the-power-of-data-and-analytics-transforming-insight>. Acessado em 16 Julho, 2017.

CHABRIDON, S.; LABORDE, R.; DESPRATS, T.; OGLAZA, A.; MARIE, P.; MARQUEZ, S.M. A survey on addressing privacy together with quality of context for context management in the internet of things. *Annuals Telecommunications* 69, p.47-62, 2014.

CHAN, H., CHOI, T., & HUI, C. RFID versus bar-coding systems: transactions errors in health care apparel inventory control. *Decision Support Systems* 54, p. 803-811, 2012.

CHAUDHARI, D.; BHOSALE, S. A review on management of logistics using swarm robotics. *Int. Conf. Communication and Signal Processing. India: IEEE*. pp. 371-373, 2016.

CHAVEZ, R. et al. Internal lean practices and performance: the role of technological turbulence. *International Journal. Production Economics*, pp. 157-171, 2015.

CHEN, H.; CHIANG, R.H.; STOREY, V.C. Business intelligence and analytics: from big data to big impact. *MIS Quarterly*, vol. 36 n. 4, pp. 1165-1188, 2012.

CHEN, M.; MAO, S.; ZHANG, Y.; LEUNG, V. C. Big data storage. *Big data: Related technologies, challenges, future prospects* (pp. 33–49). Cham Heidelberg New York Dordrecht London: Springer, 2014.

CHEN, C.P.; ZHANG, C.Y. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: a survey on big data. *Information Sciences*, vol. 275 n. 10, pp. 314-347, 2014.

CHEUK, B.; LI, H. Using Social Media to Co-Creat e New Business Strategies at Environmental Resources Management. *Global Business and Organizational Excellence*. Wiley Periodicals, Inc., 2013.

CHRISTOPHER, M. Logistics & supply chain management. Financial Times Prentice Hall, Pearson, 4th Edition, 2011.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Custo logístico consome 12,7% do PIB do Brasil. Disponível em < <http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/custo-logistico-consome-12-do-pib-do-brasil>> Acesso em 25 de Julho de 2017.

COMUZZI, M.; PATEL, A. How organizations leverage big data: a maturity model. *Industrial Management & Data Systems* 116, pp. 1468-1492, 2016.

CORONADO, O. Logística Integrada. São Paulo: Ed. Atlas S. A., 2007.

COULSON-THOMAS, C. Can we alter behaviours without “culture change”? *Strategic Direction*, Vol. 30 Issue: 5, pp.37-39, 2014.

COX, M.; ELLSWORTH, D. Application-controlled demand paging for out-of-core visualization. *Proceedings of the IEEE 8th Conference on Visualization*. pp. 235-244. IEEE Computer Society Press Los Alamitos, CA, USA, 1997.

DAI, J; LEE, N. Economic feasibility analysis of flexible material handling systems: A case study in the apparel industry. *International Journal of Production Economics*, v. 136, n. 1, p. 28-36, 2012.

DAIS, S. Industrie 4.0 – Anstoß, Vision, Vorgehen. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser eds., 2014: *Industrie 4. 0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration*, 625–634, 2014.

DAVIS, J., EDGAR, T.; PORTER, J.; BERNADEN, J.; SARLI, M. Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance. FOCAP0 2012.

DEMIRKAN, H.; DELEN, D. Leveraging the capabilities of service-oriented decision support systems: potting analytics and big data in cloud. *Decision Support Systems*, Vol. 55 No. 1, pp.412-421, 2013.

DESORMEAUX, H. China looks to reduce logistics costs (2017). Disponível em < <http://www.americanshipper.com/main/news/china-looks-to-reduce-logistics-costs-68035.aspx>> Acesso em 25 de Julho de 2017.

DIAS, M. A. Administração de materiais: uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

DINTER, B. Success factors for information logistics strategy - an empirical investigation. *Decision Support Systems* 54, 2013.

DINTER, B.; LAHRMANN, G.; WINTER, R. Information logistics as a conceptual foundation for enterprise-wide decision support. *Journal Decision Systems*, pp. 175-200, 2012.

DORNHOFER, M.; SCHRODER, F.; GUNTNER, W.A. Logistics performance measurement system for the automotive industry. Springer, 2016.

DOZIER, D.M.; GRUNIG, L.A.; GRUNIG, J.E. Managers guide to excellence in public relations and communications management. Taylor & Francis Group, New York, 2010.

DUTTA, D.; BOSE, I. Managing a big data project: The case of Ramco cements limited. *International Journal of Production Economics* 165, p.293-306, 2015.

ERTURGUT, R. The future of supply chain and logistics management in the strategic organizations: contractor companies and new generation suppliers. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 46, 2012.

ESPADA, J.P.; GARCIA-DIAZ, V.; CRESPO, R.G.; MARTINEZ, O.S.; GARCIA-BUSTELO, B.C.P.; LOVELLE, J.M.C. Mobile web-based system for remote-controlled electronic devices and smart objects, *Mobile Networks and Applications*, v.19, Issue 3, pp. 435-447, 2014.

EUROPEAN COMMISSION. Smart and sustainable logistics for a competitive Europe: communicating transport research and innovation. European Commission Report, 2015.

EVANS, D. The internet of things: how the next evolution of the internet is changing everything. CISCO white paper, 2011.

FENG, Z. Y.; GUO, X. H.; ZENG, D. J. On the research frontiers of business management in the context of big data. *Journal of Management Sciences in China*, Vol. 16, No. 1, pp. 1–9, 2013.

FH – OBERÖSTERREICH. I 4.0 Reifegradmodell,” n.d., 2015.

FIGUEIREDO, A.; DINIZ, J.; PORTO, L.; COSTA, I. Diagnóstico para sustentação da escolha de modelo de roteirização em organização de base econômica familiar. *Revista Brasileira de Gestão Desenvolvimento Regional*, pp. 3-19, 2007.

FINNEY, S.; SCHERREBECK-HANSEN, M. Internal marketing as a change management tool: a case study in re-branding. *Journal of Marketing Communications*. Vol. 16, Issue 5, pp. 325-344, 2010.

FISCHER, S. Challenges of the internet of services. Springer International Publishing Switzerland, 2014.

FLEISCH E. What is the internet of things – an economic perspective. Auto-ID labs white paper, 2010. <http://www.im.ethz.ch/education/HS10/AUTOIDLABS-WP-BIZAPP-53.pdf>. Accessed 20 Jun 2017.

FLEURY, P.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. *Logística Empresarial*. São Paulo: Atlas, 2000.

FLORIAN, M.; KEMPER, J.; SIHN, W.; HELLINGRATH, B. Concept of transport-oriented scheduling for reduction of inbound logistics traffic in the automotive industries. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 4, 2011.

FLUGEL, C.; GEHRMANN, V. Constructing ambient intelligence, communications in computer and information science. *Scientific Workshop 4: Intelligent objects for the internet of things: Internet of things – Application of sensor networking logistic*, vol.32, p.16-26. Berlin, 2009.

FONTANA, M.; VERTECHY, R.; MARCHESCHI, S.; SALSEDO, F.; BERGAMASCO, M. The body extender: a full-body exoskeleton for the transport and handling of heavy loads. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 2014.

FORTINO, G.; GUERRIERI, A.; LACOPO, M.; LUCIA, M.; RUSSO, W. An agent-based middleware for cooperating smart objects. *Communication in Computer and Information Science*, p. 387-398, 2013.

FORTINO, G.; GUERRIERI, A.; RUSSO, W.; SAVAGLIO, C. Integration of agent-based and cloud computing for the smart objects-oriented IoT. Proceedings of the IEEE 18th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2014.

FORTINO, G.; GUERRIERI, A.; RUSSO, W.; SAVAGLIO, C. Middlewares for smart objects and smart environments: overview and comparison. Internet of things based on smart objects: technology, middleware and applications. Springer International Publishing, 2014.

FRAUNHOFER. Disponível em:
http://www.ipa.fraunhofer.de/exoskelett_bewegungsfreiheit.html. Acesso em: 8 Março 2017.

FUSKO, M; RAKYTA, M; MANLIG, F. Reducing of intralogistics costs of spare parts and material of implementation digitization in maintenance. TRANSCOM 2017: International scientific conference on sustainable, modern and safe transport. Procedia Engineering 192, pp. 213 – 218, 2017.

GALINDO, L.D. The challenges of logistics 4.0 for the supply chain management and the information technology. Master Thesis Spring, 2016.

GANTZ, J.; REINSEL, D. The digital universe in 2020: big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the far east. Retrieved February, 2013 from the World Wide Web: <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-digital-universe-western-europe.pdf>, 2012.

GARCIA, C.G.; MEANA-LLORIAN, D.; GARCIA-BUSTELO, B.C.P.; LOVELLE, J.M.C. A review about smart objects, sensors, and actuators. International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence 4, p.7-10, 2017.

GARTNER INC. 6.4 billion connected "things" will be in use in 2016, up 30 percent from 2015. <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>. Acessado em 16 de Julho de 2017.

GE, X.; JACKSON, J. The big data application strategy for cost reduction in automotive industry. SAE Int. J. Commer. Veh. 7, p. 588–598, 2014.

GEISBERGER, E.; BROY, M. Living in a networked world - Integrated research agenda Cyber-Physical Systems, Herbert Utz Verlag, München, 2014.

GEISSBAUER, R.; VEDSO, J.; SCHRAUF, S. A strategist's guide to industry 4.0: a global business area about to integrate their operations into a seamless digital whole, and thereby change the world. Strategy+Business, 2016.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIMENEZ, P.; MOLINA, B.; PALAU, C.E.; ESTEVE, M.; CALVO, J. Smart manufacturing through cloud-based smart objects. Internet of things based on smart objects: technology, middleware and applications. Springer International Publishing, pp.107-128, 2014.

GINTERS, E.; MARTIN-GUTIERREZ, J. Low cost augmented reality and RFID application for logistics items visualization. Procedia Computer Science. pp. 3-13, 2013.

GLIGOR, D.; HOLCOMB, M. Understanding the role os logistics capabilities in achieving supply chain agility: a systematic literature review. Supply Chain Management: An International Journal, 2012.

GÖKALP, E.; ŞENER, U.; EREN, P.E. Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. Springer International Publishing AG, 2017.

GOLDENBERG, B. The definitive to social CRM: maximizing customer relationship with social media to gain market insights, customers, and profits. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2015.

GPT GROUP. Future shaping at GPT: a summary of foresight and strategy research by GPT, in conjunction with CSIRO Futures, into global megatrends that will impact the shape of the office, retail and industrial property sectors in coming decades. The GPT Group, 2013.

GRANLUND, A. Automation in internal logistics: strategic and operational challenges. *Internal Journal of Logistics Systems and Management*, v. 18, n. 4, p. 538 – 558, 2014.

GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. Research on warehouse operation: a comprehensive review. *Journal Operational Research*, pp. 1-21, 2007.

GU, Y.; GAO, S. Analysis on the logistics cost control of self-logistics system in the electric business enterprise. *American Journal of Industrial and Business Management* 6, pp. 1113-1121, 2016.

GU, X.; JIN, X.; NI, J.; KOREN, Y. Manufacturing system design for resilience, *Procedia CIRP* 36, pp.135–140, 2015.

GUBBI, J.; BUYYA, R.; MARUSIC, S.; PALANISWAMI, M. Internet of things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems* 29, p.1645-1660, 2013.

GUNES, V.; PETER, S.; GIVARGIS, T.; VAHID, F. A Survey on Concepts, Applications, and Challenges in Cyber-Physical Systems, *KSII Trans. Internet Inf. Syst.* 8 p.4242–4268, 2014

HANDFIELD, R.; STRAUBE, F.; PFOHL, H.C.; WIELAND, A. Trends and strategies in logistics and supply chain management: embracing global logistics complexity to drive market advantage. *BVL International*, 2013.

HARTMANN, M.; HALECKER, B. Management of innovation in the industrial internet of things. *XXVI ISPIM Conference*, p. 14-17, 2015.

HASHEM, I.A.T.; YAQOUB, I.; ANUAR, N.B.; MOKHTAR, S.; GANI, A.; KHAN, S.U. The rise of big data on cloud computing: review and open research issues. *Information Systems*, vol. 47 n. 1, pp. 98-115, 2015.

HASSAN, M.M.D. A framework for selection of material handling equipment in manufacturing and logistics facilities. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 21, No. 2, pp. 246-268, 2010.

HAUANG, G.Q.; ZHONG, R.Y.; TSUI, K. L. Special issue on 'Big data for service and manufacturing supply-chain management'. Editorial. *International Journal of Production Economics*, 165, pp.172–173, 2015.

HAYES, J. The theory and practice of management. Palgrave Macmillan, New York, 4th Edition, 2014.

HERNANDEZ, M.E.P.; REIFF-MARGANIEC, S. Classifying smart objects using capabilities. *IEEE*, 2014.

HERTERICH, M.M.; UEBERNICKEL, F.; BRENNER, W. The impact of cyber-physical systems on industrial services in manufacturing. *Procedia CIRP* 30, p.323-328, 2015.

HO, J.-Y.; O'SULLIVAN, E. Strategic standardisation of smart systems: A roadmapping process in support of innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, vol., pp. 301-312, 2017.

HOFMANN, E. Linking corporate strategy and supply chain management. *The 21st Annual Nofoma Conference*, 2009.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry* 89, pp. 23–34, 2017.

HORENBERG, D. Applications within logistics 4.0: a research conducted on the visions of 3PL service providers. *9th IBA Bachelor Thesis Conference*, Enschede, The Netherlands, 2017.

HUANG, G.; CHEN, M.; PAN, J. Robotics in ecommerce logistics. *Transactions Hong Kong Institution Engineers*, pp. 1-10, 2015.

HÜBNER, M.; LIEBRECHT, C.; MALESSA, N.; KUHNLE, A.; NYHUIS, P.; LANZA, G. Vorgehensmodell zur Einführung von Industrie 4.0: Vorstellung eines Vorgehensmodells zur bedarfsgerechten Einführung von Industrie 4.0-Methoden. *Werkstattstechnik online Jahrgang 107*, 2017.

HUGHES, A. Manufacturing metrics in and IoT world: measuring the progress in the industrial internet of things. *LNS Research and MESA International*, 2016.

IICONSORTIUM – The industrial internet consortium: a global nonprofit of industry, government and academy, 2014.

ISLAM, D.M.Z; MEIER, J.F.; ADITJANDRA, P.T.; ZUNDER, T.H.; PACE, G. Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics* 41, pp. 3-16, 2013.

JAIGANESH, V.; KUMAR, J.; GIRIJADEVI, J. Automated guided vehicle with robotic logistics system. *Procedia CIRP*, 2014.

JAZDI, N. Cyber physical systems in the context of industry 4.0. *IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)*, 2014.

JEON, S.; LEE, J. Framework and modeling of a multi-robot simulator for hospital logistics. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, pp. 213-219, 2017.

JIMENEZ, D.Z.; STIRES, C.; LI, Q.; ZHANG, C.; SEHGAL, V.; ARORA, R. Asia/Pacific big data technology and services 2013–2017 analysis and forecast: the journey to tech + transformation continues. *Next Stop Is Innovation. Market Analysis*, pp.1–50, 2013.

KACHE, F.; SEURING, S. Challenges and opportunities of digital information at the intersection of big data analytics and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 37, pp. 10-36, 2017.

KAGERMANN, H.; LUKAS, W.; WAHLSTER, W. Industrie 4.0 – Mit dem internet der Dinger auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution. *VDI Nachrichten*, 2011.

KAGERMANN, H.; WAJLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRY 4.0. *National Academy of Science and Engineering*, Berlin/Frankfurt, 2013.

KAGERMANN, H.; LUKAS, W.; WAHLSTER, W. Abschotten ist keine Alternative. In: *VDI Nachrichten*, Issue 16, 2015.

KAISLER, S., ARMOUR, F., ESPINOSA, J. A., & MONEY, W. Big data: issues and challenges moving forward. 46th Hawaii International Conference on System Sciences - HICSS, pp. 995–1004, Wailea, Maui, HI: IEEE, 2013.

KALIL, T. Big data is a big deal. Available at: <http://www.whitehouse.gov/blog/2012/03/29/big-data-big-deal>, 2012.

KARABEGOVIĆ, L.; KARABEGOVIĆ, E.; MAHMIC, M.; HUSAK, E. The application of service robots for logistics in manufacturing processes. *Advances in Production Engineering & Management*, vol. 10, n. 4, p. 185-194, 2015.

KARANANDE, P; CHAKRABORTY, S. Material Handling Equipment Selection Using Weighted Utility Additive Theory. *Journal of Industrial Engineering*, v. 2013, n. 1, p. 1-9, 2013.

KARDEXGROUP. Kardex Group, 2017. Disponível em: <http://www.kardex.com>. Acesso em: 08 Fevereiro 2017.

KARTNIG, G.; GRÖSEL, B.; ZNIC, N. Past, state-of-the-art and future of intralogistics in relation to megatrends. *FME Transactions*, 40, pp. 193-200, 2012.

KAWA, A. Smart logistics chain. Poznan University of Economics, ACIIDS, 2012.

KIM, A.A.; MCCUNN, L.J.; LEW, J. Successful Facility Change-Management Practices for Retrofit Projects: Case Study in Lighting. *Journal of Management in Engineering*, vol. 33, 2017.

KIM, J.; TANG, K.; KUMARA, S.; YEE, S.; TEW, J. Value analysis of location-enabled radio-frequency identification information on delivery chain performance. *International Journal Production Economics*, pp. 403-415, 2008.

KIRSCH, C.; CHELLIAH, J.; PARRY, W. The impact of cross-cultural dynamics on change management. *Cross Cultural Management: An International Journal*, Vol. 19 Issue: 2, pp.166-195, 2012.

KLOTZER, C.; PFLAUM, A. Cyber-physical systems (CPS) in supply chain management – a definitional approach. 27th NOFOMA Conference – Towards Sustainable Logistics and Supply Chain Management, Molde, Norway, 2015.

KOHLEGGER, M.; MAIER, R.; THALMANN, S. Understanding Maturity Models Results of a structured Content Analysis, presented at the IKNOW'09 and I-SEMANTICS '09, Graz, Austria, 2009.

KONG, X.T.R.; FANG, J.; LUO, H.; HUANG, G.Q. Cloud-enabled real-time platform for adaptative planning and control in auction logistics center. *Computers & Industrial Engineering* 84, p. 79 – 90, 2015.

KRUMEICH, K.; WERTH, D.; LOOS, P.; SCHIMMELPFENNIG, J.; JACOBI, S. Advanced planning and control of manufacturing processes in steel industry through Big Data analytics: case study and architecture proposal, *IEEE International Conference on Big Data*, pp.16–24, 2014.

KULAK, O. A decision support system for fuzzy multi-attribute selection of material handling equipments. *Expert Systems with Applications*, v. 29, n. 2, p. 310-319, 2005.

LANZA, G.; NYHUIS, P.; ANSARI, S.M.; KUPRAT, T.; LIEBRECHT, C. Befähigungs- und Einführungsstrategien für Industrie 4.0: Vorstellung eines reifegradbasierten Ansatzes zur Implementierung von Industrie 4.0. Carl Hanser Verlag, München Jahrg. 111, 2016.

LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H.G.; FELD, T.; HOFFMANN, M. Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, vol.6, p.239, 2014.

LEE, E. Cyber Physical Systems: Design Challenges, in: 2008 11th IEEE Int. Symp. Object Component-Oriented Real-Time Distrib. Comput., IEEE, 2008: p. 363–369, 2008.

LEE, E.A. CPS foundations. Proceedings on the 47th design automation conference (DAC). ACM/IEEE, p.737-742, 2010.

LEE, E.A. The past, present and future of cyber-physical systems: a focus on models. Sensor 15, p. 4837-4869, 2015.

LEE, I.; LEE, K. The internet of things (IoT): applications, investments, and challenges for enterprises. Business Horizons 58, p. 431-440, 2015.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. A cyber physical systems architecture for industry 4.0 – based manufacturing systems. Manufacturing Letters 3, p.18-23, 2015.

LEE, J.; KAO, H.; YANG, S. Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. Procedia CIRP 16, p. 3-8, 2014.

LEWANDOWSKI, M.; WERTHMANN, D.; GATH, M.; LAWOW, M. Agent-based control for material handling systems in in-house logistics: towards cyber-physical systems in in-house-logistics utilizing real size evaluation of agent-based material handling technology. Smart Systech, p.11-12, 2013.

LEWIS, Mariane W. Iterative Triangulation: a theory development process using existing case studies. Journal of Operations Management, v.16, p. 455-469, 1998.

LEYH, C.; SCHÄFFER, T.; BLEY, K.; FORSTENHÄUSLER, S. SIMMI 4.0 – A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0. Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems, pp. 1297–1302, 2016.

LI, K.Q. Report on the work of the government. Proceedings of the 3rd Session of the 12th National People's Congress, 2015.

LICHTBLAU, K.; STICH, V.; BERTENRATH, R.; BLUM, M.; BLEIDER, M.; MILLACK, A.; SCHMITT, K.; SCHMITZ, E.; SCHRÖTER, M. IMPULS - Industrie 4.0- Readiness. Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln, 2015.

LIMA, O.P.; SANTIAGO, S.B.; TABOADA, C.M.R.; FOLLMANN, N. Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. Revista Chilena de Ingeniería, vol. 25, n° 2, pp. 264-276, 2017.

LIU, X.; BAIOCCHI, O. A comparison of the definitions for smart sensors, smart objects and things in IoT. IEEE IEMCON, p.13-15, 2016.

LIVNE-TARANDACH, R.; BARTUNEK, J.M. A new horizon for organizational change and development scholarship: Connecting planned and emergent change. Research in Organizational Change and Development, vol. 17, pp. 1-35, 2009.

LOHR, S. The age of Big Data, New York Times, 11 Feb, pp.1-5, 2012.

LOORBACH, D; WIJSMAN, K. Business transition management: exploring a new role for business in sustainability transitions. Journal of Cleaner Production 45, pp. 20-28, 2013.

LUO, H.; WANG, K.; KONG, X.T.R.; LU, S.; QU, T. Synchronized production and logistics via ubiquitous computing technology. *Robotics and computing integrated manufacturing*, 2017.

MANYIKA, J.; CHUI, M.; BROWN, B.; BUGHIN, J.; DOBBS, R.; ROXBURGH, C.; BYERS, A.H. *Big Data: the next frontier for innovation, competition and productivity*. McKinsey Global Institute, 2011.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. *Técnicas de Pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2013.

MARIO, H.; TOBIAS, P.; BORIS, O. Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review. *Technische Universität Dortmund*, 2014.

MATAPOULOS, A. *Warehouse technologies in retail operations: the case of voice picking. Intelligent agrifood chains and networks*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.

MAXWELL, D. The Research Lifecycle as a Strategic Roadmap. *Journal of Library Administration*, vol. 56, Issue 2, pp. 111-123, 2016.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. 2015. Internet of Things: Mapping the value beyond the hype. Disponível em <<http://www.mckinsey.com/search?q=internet%20of%20things%20mapping%20the%20value%20beyond%20the%20hype>>. Acesso em: 25 jun 2017.

MENON, K.; KÄRKKÄINEN, H.; LASRADO, L. Towards a maturity modeling approach for the implementation of industrial internet. *Proceeding of the 20th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS 2016)*, 2016.

MISHRA, D.; LUO, Z.; JIANG, S.; PAPADOPOULOS, T.; DUBEY, R. A bibliographic study on big data: concepts, trends and challenges. *Business Process Management Journal*, Vol. 23, 2017.

MORENO-VOZMEDIANO, R.; MONTERO, R.S.; LLORENTE, I.M. Key challenges in cloud computing enabling future internet of services. *IEEE Computer Society*, 2013.

MUECK, B.; HOWER, M.; FRANKE, W.; DANGELMAIER, W. Augmented reality applications for warehouse logistics. *Soft Computing Transdisciplinary Science and Technology*, pp. 1053-1062, 2005.

NEAGA, I., LIU, S., XU, L., CHEN, H., HAO, Y. Cloud enabled big data business platform for logistics services: a research and development agenda. In: DELIBAŠIĆ, B.; HERNÁNDEZ, E.J.; PAPATHANASIOU, J.; DARGAM, F.; ZARATÉ, P.; RIBEIRO, R.; LIU, S.; LINDEN, I. (Eds.). *Lecture Notes in Business Information Processing*. Springer International Publishing, Cham, pp. 22–33, 2015.

NOWAKOWSKI, W. *The internet of things – from smart packaging to a world of smart objects?* Technika Informatyczna, 2016.

OLIVARES, V.; CORDOVA, F.; SEPÚLVEDA, J.M.; DERPICH, I. Modeling internal logistics by using drones on the stage of assembly of products. *Procedia Computer Science* 55, p. 1240-1249, 2015.

O'CONNELL, M. *Data Science 2.0 – Guided and In-line Analytics*. TIBCO Software, 2013.

O'REILLY, C.A.; CALDWELL, D.F.; CHATMAN, J.A.; LAPIZ, M.; SELF, W. How leadership matters: The effects of leaders' alignment on strategy implementation. *The Leadership Quarterly* 21, pp. 104–113, 2010.

PAPAKOSTAS, N.; O'CONNOR, J.; BYRNE, G. Internet of things Technologies in manufacturing: application areas, challenges and outlook. International Conference on Information Society – i-Society, 2016.

PATON, R.A.; MCCALMAN, J. Change management: a guide to effective implementation. SAGE Publications Ltd, London, 3rd Edition, 2008.

PFOHL, H.C.; YAHSI, B.; KURNAZ, T. The impact of industry 4.0 on the supply chain. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics – HICL, 2015.

PLATTFORM INDUSTRIE 4.0: Industrie 4.0 Whitepaper FuE-Themen. Plattform Industrie 4.0, 2015.

PORTER, M.E. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PRASSE, C., NETTSTRAETER, A., & HOMPEL, M. How iot will change the design and operation of logistics systems. International Conference on the Internet of Things (IOT), 2014.

PRAUSE, G. Sustainable business models and structures for industry 4.0. Journal of Security and Sustainability Issues 2, v.5, 2015.

PRINZ, C.; MORLOCK, F.; FREITH, S.; KREGGENFELD, N.; KREIMEIER, D.; KUHLENKÖTTER, B. Learning Factory modules for smart factories in Industrie 4.0. Procedia CIRP 54, pp. 113 – 118, 2016.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa científica e do trabalho acadêmico. 2^aed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013.

PUTNIK, G.D.; VARELA, L.R.; CARVALHO, C.; ALVES, C.; SHAH, V.; CASTRO, H.; ÀVILA, P. Smart objects embedded production and quality management functions. International Journal of Quality Research 9, p.151-166, 2015.

PWC. Industry 4.0: building the digital enterprise. Pricewaterhouse Coopers. New York, p. 14, 2016.

PWC. Shifting patterns: the future of the logistics industry. Pricewaterhouse Coopers, 2016.

PWC "The Industry 4.0 / Digital Operations Self-Assessment. Pricewaterhouse Coopers, 2016.

RATHORE, G.; VERMA, M.; SUKSI, J.; RAJAGOPALAN, J. Modern Logistics: Case Study on Jindal Steel Works' CRM2 Total Automatic YMS and ASRS. International Conference on the Science and Technology of Ironmaking. Cleveland: AISTECH, p. 4053-4069, 2015.

ROBLEK, V.; MESKO, M.; KRAPEZ, A. A complex view of industry 4.0. SAGE, 2016.

ROCKWELL AUTOMATION. The Connected Enterprise Maturity Model. Rockwell Automation, 2014.

ROMAN, R.; ZHOU, J.; LOPEZ, J. On the features and challenges of security and privacy in distributed internet of things. Computer Networks, v. 57, p. 2266-2279, 2013.

ROSENBERG, A; KELLER, M. Making sense of organizational structure change: a practice-based approach. Baltic Journal of Management, Vol. 11 Issue: 4, pp.452-472, 2016.

ROSS, D. F. Competing through Supply Chain Management – Creating Market-Winning Strategies through Supply Chain Partnerships – Chapman & Hall– U.S.A., 1998.

ROTUNNO, G. Integrated techniques for the internal logistics analysis and management of complex system. Doctorate Theses. Universita' Degli Studi Di Triesre, 2012.

RUAN, D.X.; WU, D.; WU, X.B. The internet of things technology in logistics application: stages, trend and drive modes. Proceedings of the IEEE ISMOT, 2012.

RUMINSKI, J.; BUJNOWSKI, A.; KOCEJKO, T.; WTOREK, J.; ANDRUSHEVICH, A.; BIALLAS, M.; KISTLER, R. Performance analysis of interaction between smart glasses and smart object using image-based object identification. International Journal of Distributed Sensor and Networks, 2016.

RUTH, J.; WIRTZ, H.; WEHRLE, K. Demo: ubiquitous interaction with smart objects. Proceedings of the 12th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services, p.355-356, 2014.

SABATTINI, L.; DIGANI, V.; SECCHI, C.; COTENA, G.; RONZONI, D.; FOPPOLI, M. Technological roadmap to boost the introduction of AGVs in industrial applications. Conference Intelligent Computer Communication and Processing. Cluj-Napoca: IEEE. 2013.

SANISLAV, T.; MICLEA, L. Cyber-Physical Systems - Concept, Challenges and Research Area, Control Eng. Appl. Informatics. 14, p.28–33, 2012.

SAVINO, M.M.; MAZZA, A. Kanban-driven parts feeding within a semi-automated o-shaped assembly line: a case study in the automotive industry. Assembly Automation, p. 3 – 15, 2015.

SCHIEMANN, J. Logistics 4.0: how autonomous are self-managed processes? What are the new logistics challenges arising from Industry 4.0 – and what are the solution approaches offered by Logistics 4.0? Axit Connecting Logistics, 2016.

SCHOENHERR, T.; SPEIER-PERO, C. Data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: Current state and future potential. Journal of Business Logistics, Vol. 36, No. 1, pp. 120-132, 2015.

SCHULZ, J. State of logistics 2016: us business logistics costs slow considerably with 2.6% growth. LOGISTICS MANAGEMENT. Disponível em <http://www.logisticsmgmt.com/article/state_of_logistics_2016_us_business_logistics_costs_slow_considerably_with> Acesso em 22 Julho de 2017.

SCHUMACHER; A.; EROL, S.; SIHN, W. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. Procedia CIRP 52, pp.161 – 166, 2016.

SHANG, X.; LIU, X.; XIONG, G.; CHENG, C.; MA, Y.; NYBERG, T.R. Social manufacturing cloud service platform for the mass customization in apparel industry. Proceedings of IEEE International Conference on service operations and logistics, and informatics, p.220-224, 2013.

SHIAU, J.; LEE, M. A warehouse management system with sequential picking for multi-container. Computers & Industrial Engineering, pp.382-392, 2010.

SHMUELI, G.; KOPPIUS, O. Predictive analytics and informations systems research. MIS Quarterly, vol. 35 n. 3, pp. 553-572, 2011.

SHVARTS, D.; TAMRE, M. Bulk material volume estimation method and system for logistics application. International Conference DAAAM. Tallinn: DAAAM, p. 289-294, 2014.

SIMPSON, J.A.; WEINER, E.S.C. Oxford University Press, Eds., The Oxford English dictionary, 2nd ed. Oxford: Oxford. New York: Clarendon Press, Oxford University Press, 1989.

SINGH, K. Leading Culture Change in Global Organizations. *Management Decision*, Vol. 51 Issue: 5, pp.1108-1110, 2013.

SONKA, S. Big data and the ag sector: more than lots of numbers. *Int. Food Agribus. Manage. Rev.* 17, 1–20, 2014.

SPILLAN, J.E.; MCGINNIS, M.A.; KARA, A.; YI, G.L. A comparison of the effect of logistic strategy and logistics integration on firm competitiveness in the USA and China. *The international Journal of Logistics Management*, vol. 24, n. 2, p. 153-179, 2013.

STANLEIGH, M. Effecting successful change management initiatives. *Industrial and commercial training*, vol. 40 no. 1, pp. 34-37, 2008.

STEPHENS, M.; MEYERS, F. *Manufacturing facilities design & material handling*. Lafayette: Purdue University Press, 2013.

STEVENS, G.C.; JOHNSON, M. Integrating Supply Chain ... 25 years on. *International Journal of Physical Distribution & Logistics*, v. 46, n. 1, p. 19-42, 2016.

STOCK, T; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0. 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing in Industry 4.0 – Decoupling Growth from Resource Use, 2016.

STRANDHAGEN, J.W.; ALFNES, E.; STRANDHAGEN, J.O.; SWAHN, N. Importance of production environments when applying industry 4.0 to production logistics – a multiple case study. *International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation*, 2016.

SWAMINATHAN, S. The effects of big data on the logistics industry, in: *Profit Oracle*, 2012.

TAJIMA, M. Strategic value of RFID in supply chain management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, pp. 261-273, 2007.

TIMM, I.J.; LORIG, F. Logistics 4.0 - a challenge for simulation. *Proceeding of the Winter Simulation Conference*, 2015.

TOMPKINS, J.; WHITE, J.; BOZER.; Y.; TANCHOCO, J. *Facilities Planning*. 4a Ed. New York: John Wiley & Sons, 2010.

TÖRNGREN, M.; BENSALEM, S.; CENGARLE, M.; CHEN, D.; MCDERMID, J.; PASSERONE, R.; SANGIOVANNI-VINVENTELLI, A.; RUNKLER, T. *Cyber-Physical European Roadmap & Strategy (CyPhERS) - Deliverable 5.1*, (2014), <http://www.cyphers.eu> (accessed June 29, 2017).

TORRES, D. J. A. *Logística interna: rotas sincronizadas e parametrização SAP*. Tese (Mestrado). Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial. Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2012.

TORRES, D.; XAMBRE, A.R.; TEIXEIRA, L. Development of synchronized logistics scenarios. *International Journal of Industrial Engineering and Management (IJEM)*, Vol. 7 No 2, pp. 85-94, 2016.

VDE ASSOCIATION FOR ELECTRICAL, ELECTRONIC & INFORMATION TECHNOLOGIES. *The German Standardization Roadmap: Industrie 4.0*. DKE German Commission for Electrical, Electronic & Information Technologies of DIN and VDE, 2014.

- VDI/VDE-GMA: Statusreport Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0. VDI/VDE-GMA, 2015.
- VDMA. Guideline Industrie 4.0: guiding principles for the implementation of Industrie 4.0 in small and medium sized businesses. VDMA Verlag, 2016.
- VERLE, K.; MARKIC, M.; KODRIC, B. Managerial competencies and organizational structures. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 114 Issue: 6, pp.922-935, 2014.
- VERMESAN O, FRIESS P, GUILLEMIN P, SUNDMAEKER H, EISENHAEUER M, MOESSNER K, ARNDT M, SPIRITO M, MEDAGLIANI P, GIAFFREDA R, GUSMEROLI S, LADID L, SERRANO M, HAUSWIRTH M, BALDINI G. Internet of things strategic research and innovation agenda. In: Vermesan O, Friess P (eds) *Internet of things – from research and innovation to market deployment*. River Publishers, Aalborg, pp 7–142, 2014.
- VRIES, J.; KOSTER, R.; STAM, D. Exploring the role of picker personality in predicting picking performance with pick by voice, pick to light and RF-terminal picking. *International Journal Production Research*, pp. 1-15, 2015.
- WALLER, M.A.; FAWCETT, S.E. Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management. *Journal of Business Logistics* 34, p. 77-84, 2013.
- WAN, J.; CAI, H.; ZHOU, K. Industrie 4.0: enabling technologies. *International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things*, 2015.
- WANG, C.; DU, D. Research on logistics autonomous mobile robot system. *Int. Conference on Mechatronics and Automation*. Harbin: IEEE. pp. 275-280, 2016.
- WANG, H.; QIN, X. A study on the automated logistics system of Youngor's distribution center. *Conference Circuits, Communications and System*. Beijing: PACCS. pp. 194-197, 2010.
- WANG, T.; RAMIK, D.M.; SABOURIN, C.; MADANI, K. Intelligent systems for industrial robotics: application in logistic field. *Industrial Robot: An International Journal*, pp. 251-259, 2012.
- WANG, L.; TIAN, X.; LI, A.; LI, H. Machine vision applications in agricultural food logistics. *International Conference on Business Intelligence and Financial Engineering*. Beijing: IEEE. 2014.
- WANG, L.; TORNGREN, M.; ONORI, M. Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 2015.
- WANG, S.; WAN, J.; ZHANG, D.; LI, D.; ZHANG, C. Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Network* 101, p.158-168, 2016.
- WANK, A.; ADOLPH, S.; ANOKHIN, O.; ARNDT, A.; ANDERL, R.; METTERNICH, J. Using a learning factory approach to transfer Industrie 4.0 approaches to small- and medium-sized enterprises. *Procedia CIRP* 54, pp.89–94, 2016.
- WATSON, H.J.; MARJANOVIC, O. Big data: the fourth data management generation. *Business Intelligence Journal*, vol. 18 n. 3, pp. 4-8, 2013.
- WEBSTER, J.; WATSON, R. T. Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly*, 26 (2), pp.13-23, 2002.

WEIDMANN, M.; KOETTER, F.; KINTZ, M.; SCHLEICHER, D.; MIETZNER, R. Adaptive business process modeling in the internet of services (ABIS). The Six International Conference on Internet and Web Applications and Services – ICIW, 2011.

WEINBERGER, M.; BILGERI, D.; FLEISCH, E. IoT business models in an industrial context. *Automatisierungstechnik*, p. 699-706, 2016.

WESTPHAL, J.D.; FREDRICKSON, J.W. Who directs strategic change? director experience, the selection of new ceos, and change in corporate strategy. *Strategic Management Journal* 22, pp. 1113-1137, 2001.

WHITELEY, A.; PRICE, C.; PALMER, R. Corporate culture change: adaptive culture structuration and negotiated practice. *Journal of Workplace Learning*, Vol. 25 Issue: 7, pp.476-498, 2013.

WIESMÜLLER, M. Industrie 4.0: surfing the wave? e & i *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 1, 2014.

WITKOWSKI, K. Internet of things, big data, industry 4.0 – innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia Engineering* 182, p. 763-769, 2017.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas - Elimine o Desperdício e Crie Riqueza*. 8a Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK J.; JONES, D.T.; ROOS, D. *A Máquina que Mudou o Mundo*. 16a Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WORTMANN, F.; FLUCHTER, K. Internet of things. *Business & Information Systems Engineering* 57 – Springer, p. 221-224, 2015.

WU, L.; YUE, X.; JIN, A.; YEN, D.C. Smart supply chain management: a review and implications for future research. *The International Journal of Logistics Management*, vol. 27, n. 2, p. 395-417, 2016.

XIE, H.; LI, W.; Li, X.; Li.; X. The proceeding on the research on human exoskeleton. *International Conference Logistics, Engineering, Management and Computer Science*. Shenyang, pp. 752-756, 2014.

YAN, B.; HUANG, G. Supply chain information transmission based on RFID and Internet of things. *Proceedings of the ISECS International colloquium on computing, communication, control, and management*, p.166-169, Sanya, 2009.

YANG, L.; YANG, S.H.; PLOTNICK, L. How the internet of things technology enhances emergency response operations. *Technological Forecasting & Social Change* 80, p. 1854-1867, 2013.

YUE, X.; CAI, H.; YAN, H.; ZOU, C.; ZHOU, K. Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: an insight. *Microprocessors and Microsystems* 39, p.1262-1270, 2015.

ZHANG, X.; DONK, D.P.; VAART, T. Does ICT influence supply chain management and performance? *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 31 No.11, pp.1215-1247, 2011.

ZHANG, Y.; REN, S.; LIU, Y.; SAKAO, T.; HUISINGH, D. A framework for big data driven product lifecycle management. *Journal of Cleaner Production*, 159, pp. 229-240, 2017.

ZHENGXIA, W.; LAISHENG, X. Modern logistics monitoring platform based on the internet of things. Proceedings of the international conference on intelligent computation technology and automation, p.726-731, Changsha, 2010.

ZHONG, R.Y.; NEWMAN, S.T.; HUANG, G.Q.; LAN, S. Big Data for supply chain management in the service and manufacturing sectors: challenges, opportunities, and future perspectives. Computers & Industrial Engineering, 101, pp. 572-591, 2016.

ZHU, J. e ZHOU, H. Realization of key technology for intelligent exoskeleton load system. Advances in Information Technology and Industry Applications, pp. 77-82, 2012.

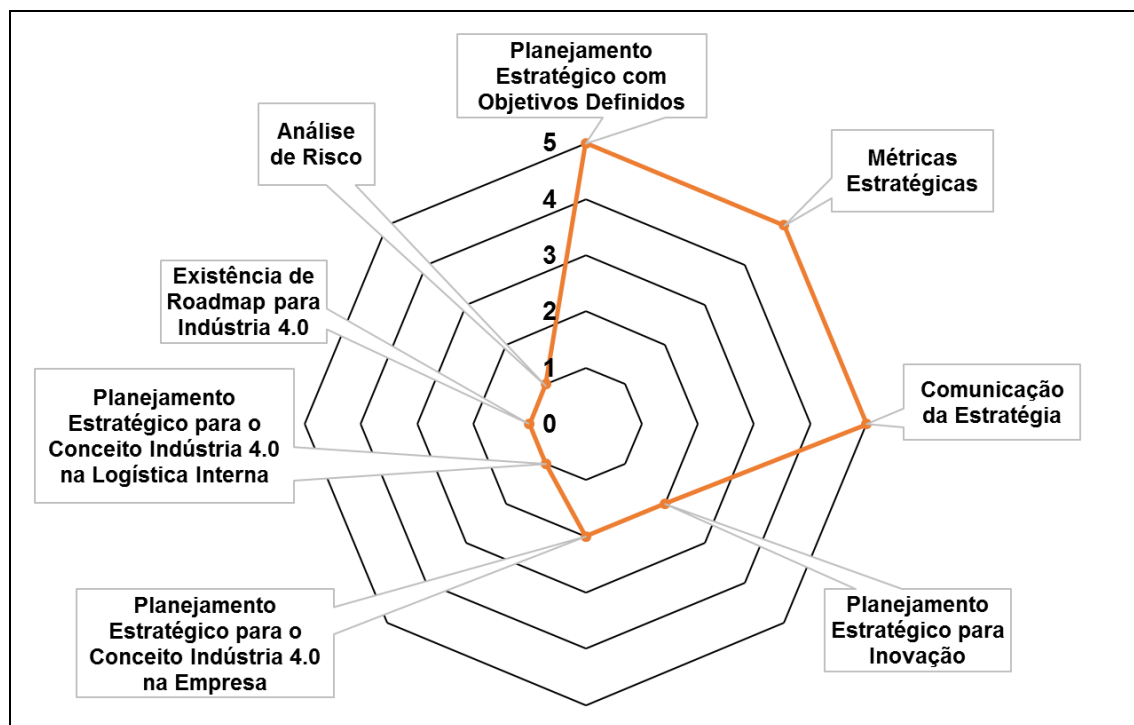
ZVEI DIE ELEKTROINDUSTRIE. Industrie 4.0: MES – prerequisite for digital operation and production management. German Electrical and Electronic Manufacturers' Association Automation Division, Frankfurt, Germany, 2017.

ANEXOS

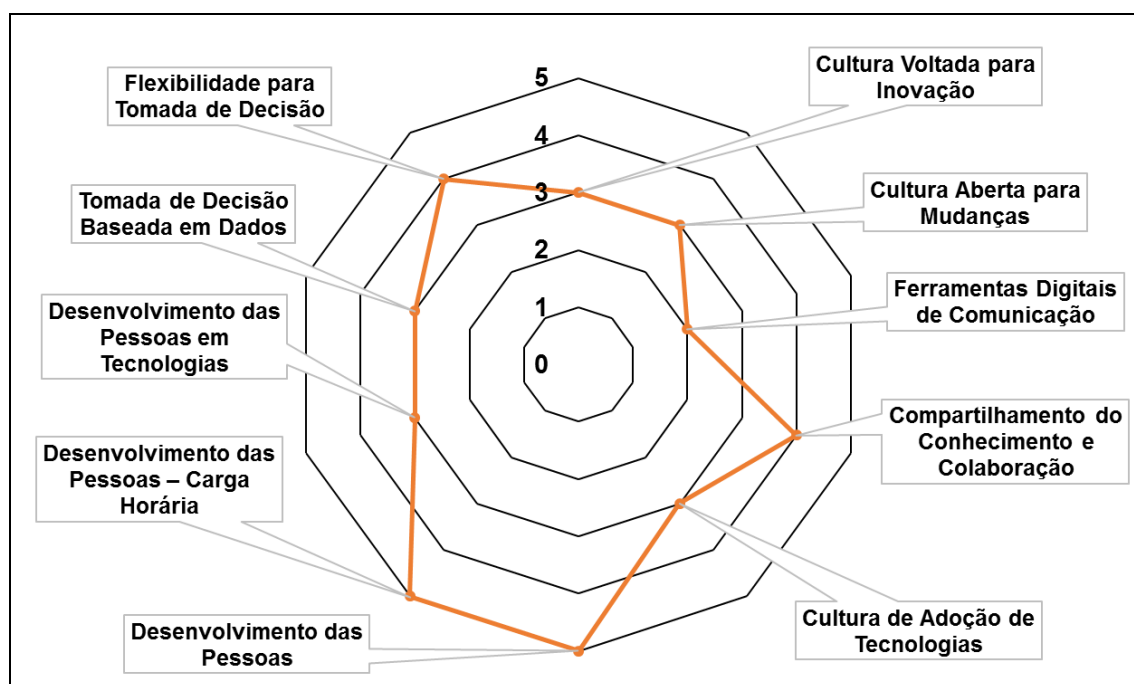
ANEXO A – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA DIMENSÃO ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (GRUPOS GERADORES)

Dimensão: Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional										
Sub dimensões										
	Q1.2	Q1.3.1	Q1.4	Q1.5	Q1.6	Q1.7	Q1.8	Q1.9		
1	Estratégia Corporativa	Planejamento Estratégico com Objetivos Definidos	Métricas Estratégicas	Comunicação da Estratégia	Planejamento Estratégico para Inovação	Planejamento Estratégico para o Conceito Indústria 4.0 na Logística Interna	Existência de Roadmap para Indústria 4.0	Análise de Risco		Média Aritmética
		5	5	5	2	2	1	1	1	2,75
2	Cultura Organizacional	Cultura Voltada para Inovação	Cultura Aberta para Mudanças	Ferramentas Digitais de Comunicação	Compartilhamento do Conhecimento e Colaboração	Cultura de Adoção de Tecnologias	Desenvolvimento das Pessoas – Carga Horária	Desenvolvimento das Pessoas em Tecnologias	Tomada de Decisão Baseada em Dados	Média Aritmética
		3	3	2	4	3	5	3	3	3,50
3	Estrutura Organizacional	Definição Clara da Estrutura Organizacional	Estrutura Organizacional Voltada para Novas Tecnologias	Estrutura Organizacional Voltada para Indústria 4.0	Colaboradores Flexíveis	Compatilhamento de Decisões em Tempo Real	Colaboração entre Áreas	Colaboração Digital		Média Aritmética
		5	2	4	4	4	3	3	2	3,43
4	Modelo de Operação	Flexibilidade do Modelo de Operação	Utilização de Roadmap	Velocidade para o Compartilhamento das Adaptações	Impacto de Novas Tecnologias	Apoio de Tecnologias – Comunicação em Tempo Real	Apoio de Tecnologias – Atuação Colaborativa			Média Aritmética
		3	1	2	2	4	3	3	3	2,50

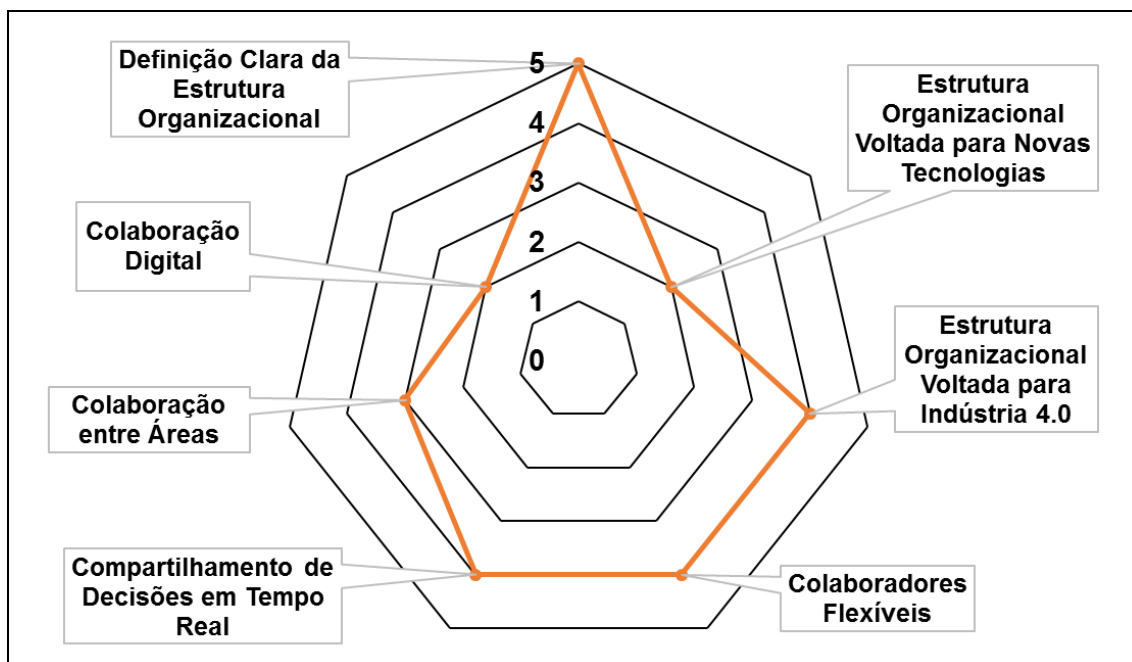
ANEXO B – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ESTRATÉGIA CORPORATIVA (GRUPOS GERADORES)



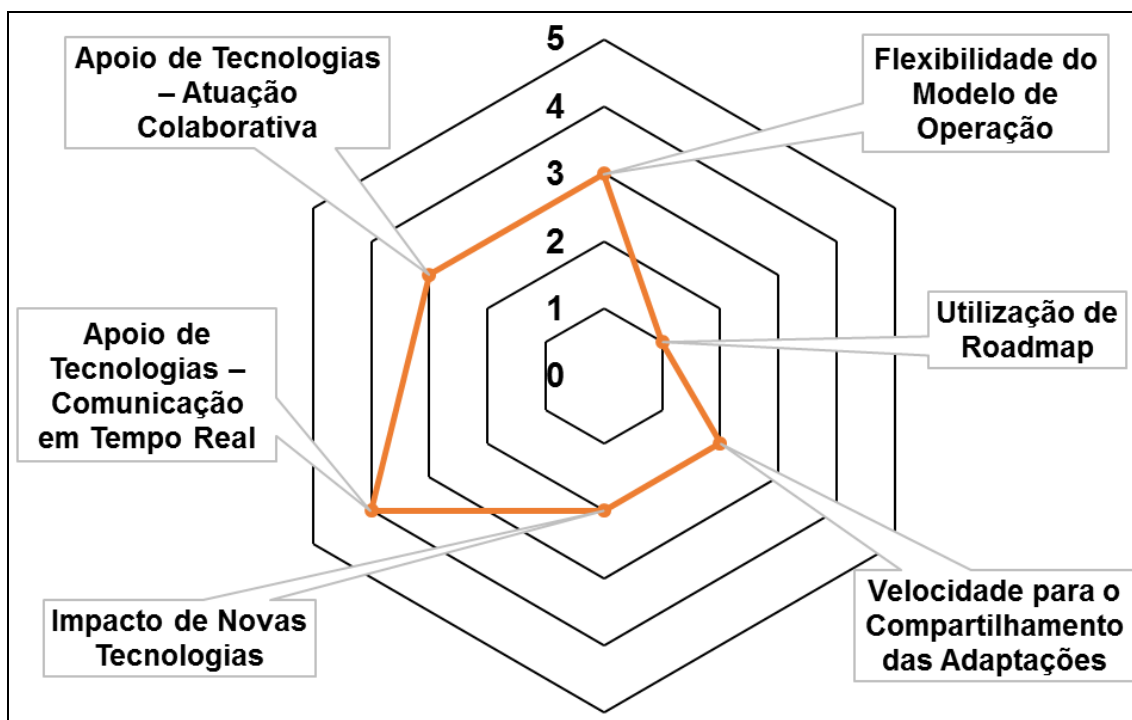
ANEXO C – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO CULTURA ORGANIZACIONAL (GRUPOS GERADORES)



ANEXO D – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (GRUPOS GERADORES)



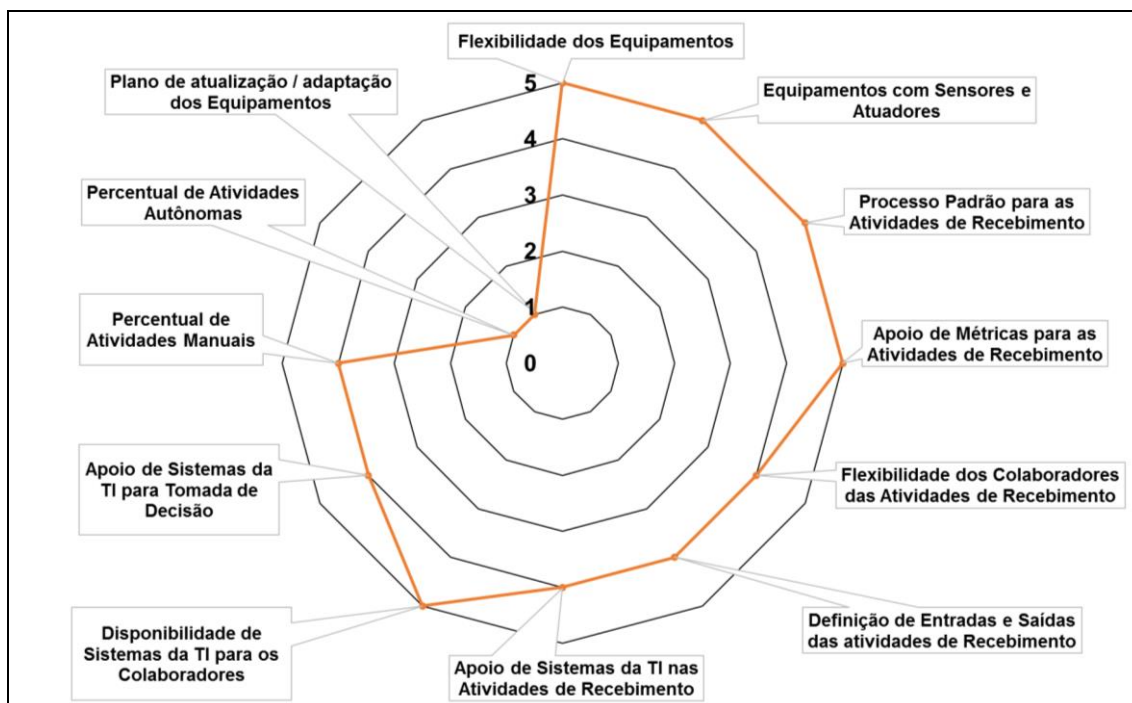
ANEXO E – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO MODELOS DE OPERAÇÃO (GRUPOS GERADORES)



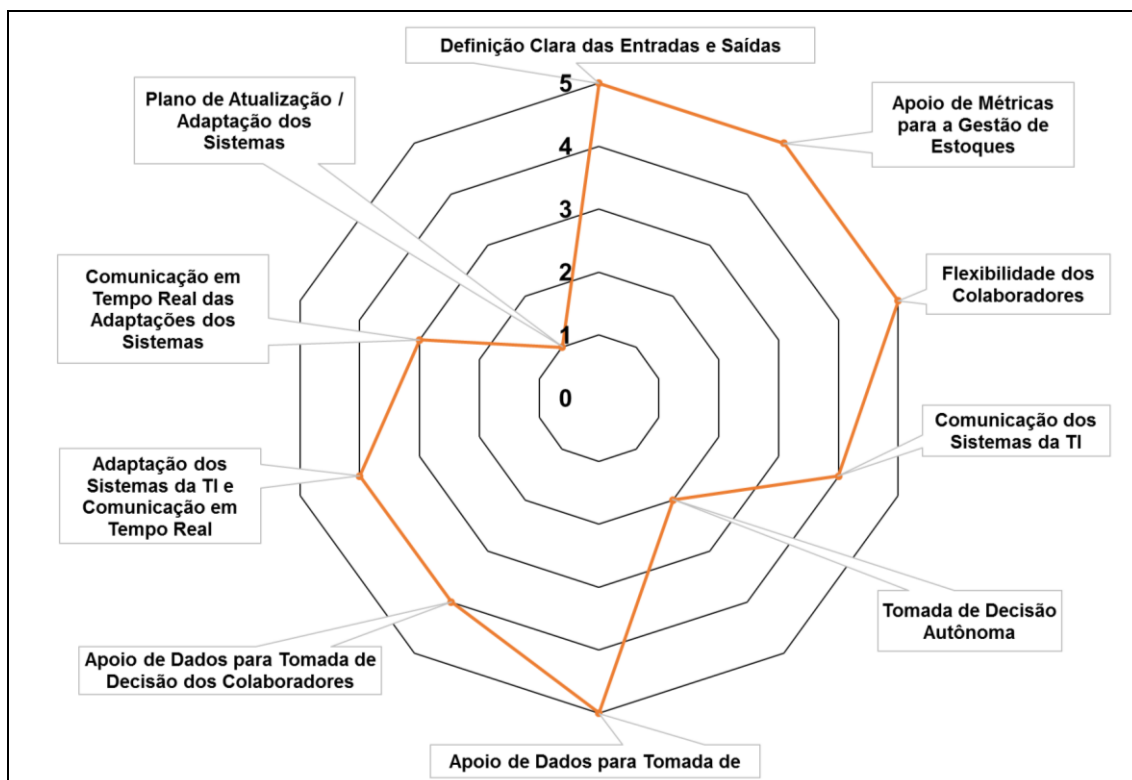
ANEXO F – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA DIMENSÃO INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA (GRUPOS GERADORES)

Dimensão: Infraestrutura das Atividades da Logística Interna													
Sub dimensões													
	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6	Q2.7	Q2.8	Q2.9	Q2.10	Q2.11	Q2.12	Média Aritmética
1	Recebimento de Materiais	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Recebimento	Apoio de Métricas para as Atividades de Recebimento	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Recebimento	Definição de Entradas e Saídas das atividades de Recebimento	Apoio de Dados da TI nas Atividades de Recebimento	Apoio de Sistemas da TI para os Colaboradores	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Plano de atualização / adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética
		5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	1	1
2	Gerenciamento de Estoques	Definição Clara das Entradas e Saídas	Apoio de Métricas para a Gestão de Estoques	Flexibilidade dos Colaboradores	Comunicação dos Sistemas da TI	Tomada de Decisão Autônoma	Apoio de Dados para Tomada de Decisão	Apoio de Dados para Tomada de Decisão Colaboradores	Adaptação dos Sistemas da TI e Comunicação em Tempo Real	Comunicação em Tempo Real das Adaptações dos Sistemas	Plano de Atualização / Adaptação dos Sistemas		Média Aritmética
		5	5	5	4	2	4	4	4	4	3	1	1
3	Movimentação e Manuseio de Materiais	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Manuseio	Apoio de Métricas para as Atividades de Manuseio	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Manuseio	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Manuseio	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Manuseio	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Plano de Atualização/ Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética
		5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	2	1
4	Armazenagem	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Armazenagem	Apoio de Métricas para as Atividades de Armazenagem	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Armazenagem	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Armazenagem	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Armazenagem	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Plano de Atualização / Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética
		5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	2	1
5	Coleta de Materiais	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Coleta	Métricas para as Atividades de Coleta	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Coleta	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Coleta	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Coleta	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Plano de Atualização / Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética
		5	5	5	5	4	4	4	4	5	3	2	1
6	Embalagem	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Embalagem	Métricas para as Atividades de Embalagem	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Embalagem	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Embalagem	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Embalagem	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Plano de Atualização / Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética
		5	1	3	1	4	2	2	1	1	1	1	1
7	Expedição	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Expedição	Métricas para as Atividades de Expedição	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Expedição	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Expedição	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Expedição	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Plano de Atualização / Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética
		4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	1	1

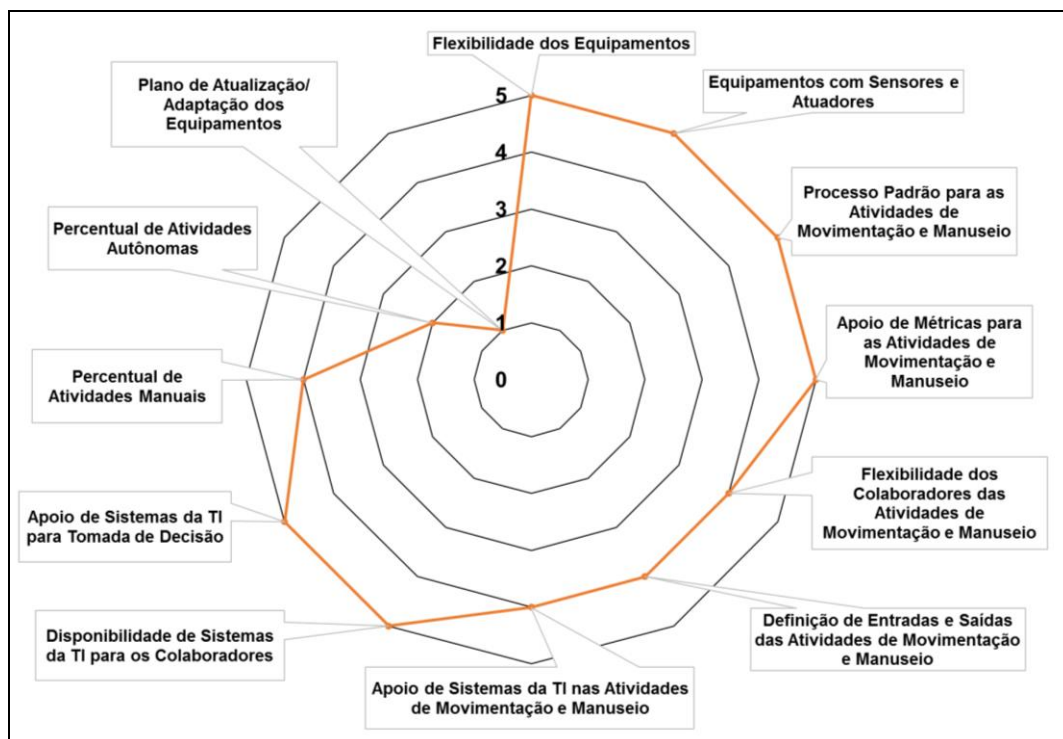
ANEXO G – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO RECEBIMENTO DE MATERIAIS (GRUPOS GERADORES)



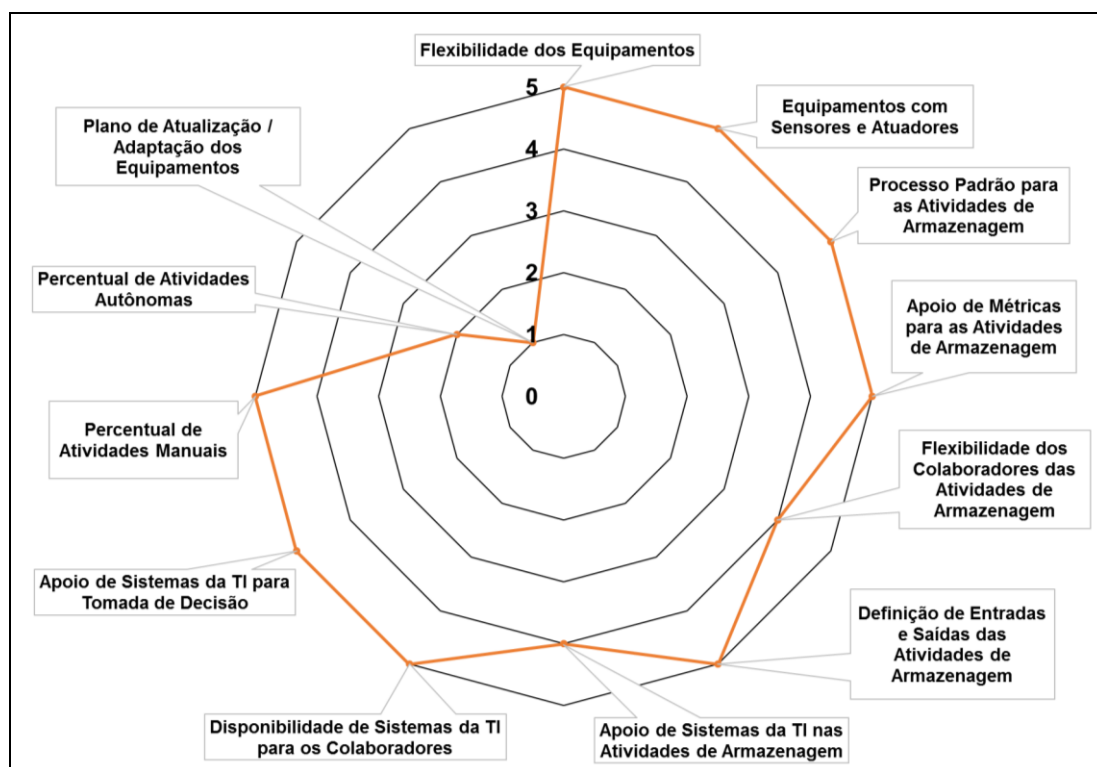
ANEXO H – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES (GRUPOS GERADORES)



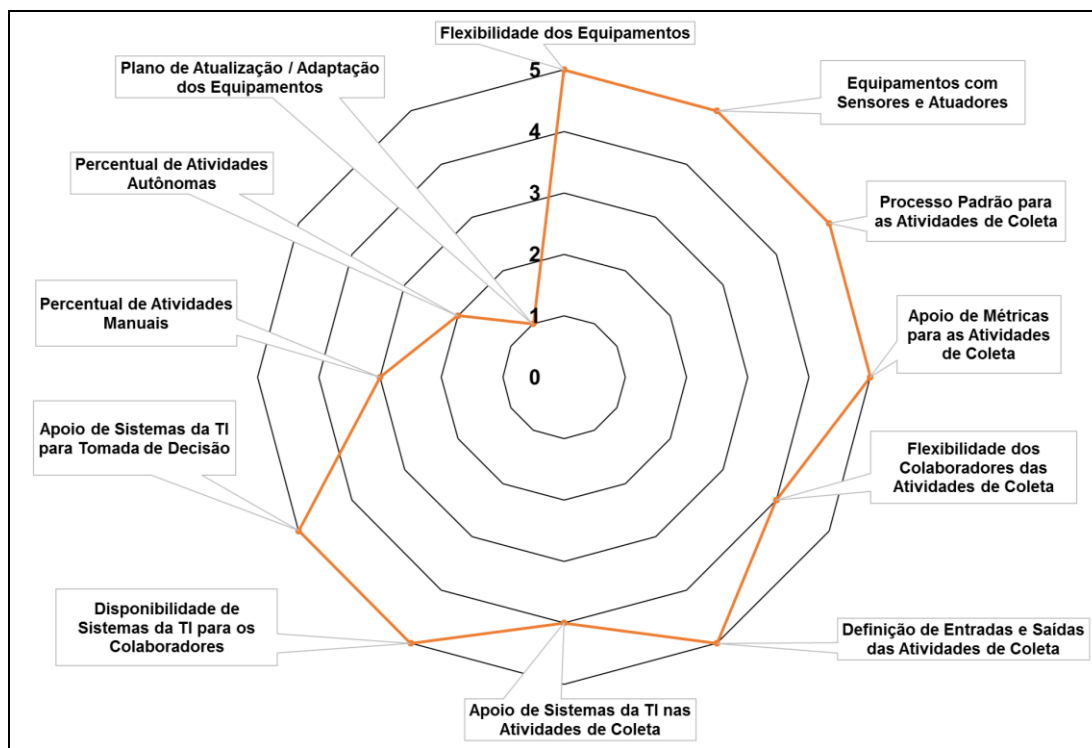
ANEXO I – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO DE MATERIAIS (GRUPOS GERADORES)



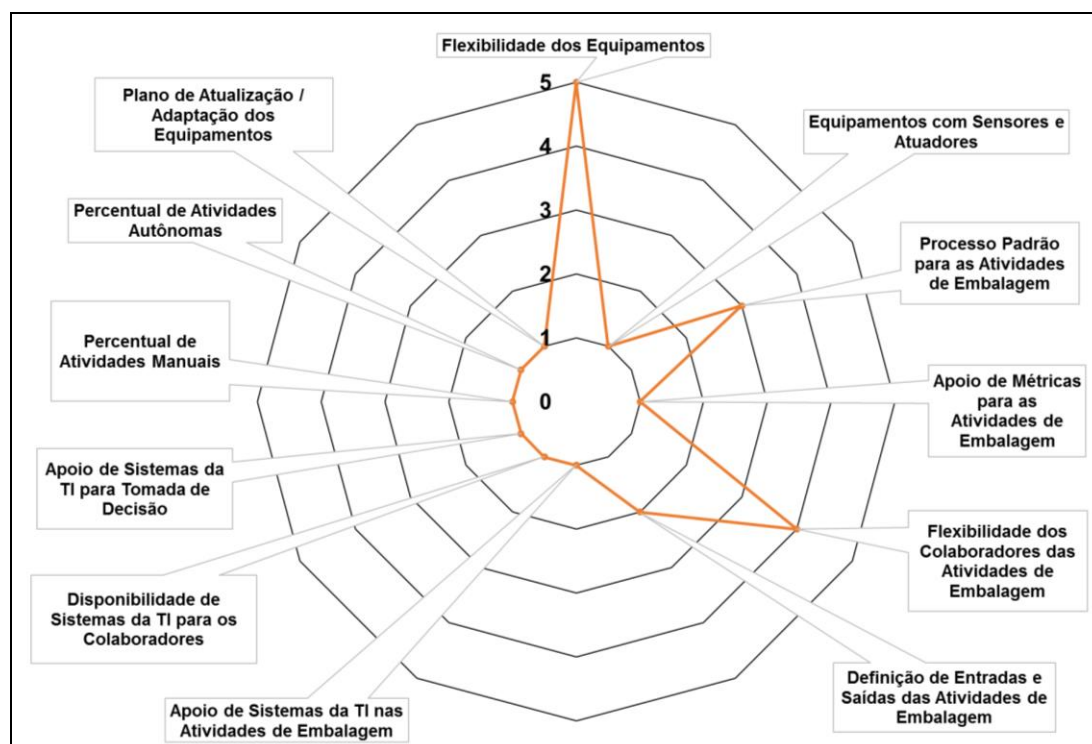
ANEXO J – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ARMAZENAGEM (GRUPOS GERADORES)



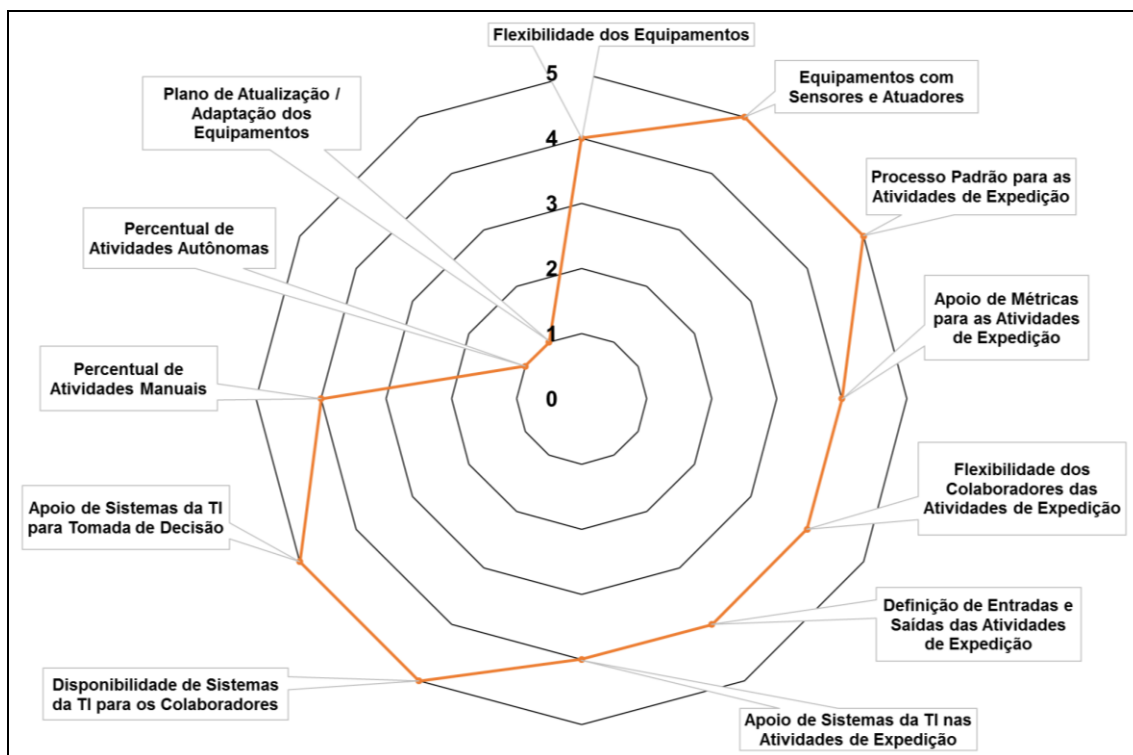
ANEXO K – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO COLETA DE MATERIAIS (GRUPOS GERADORES)



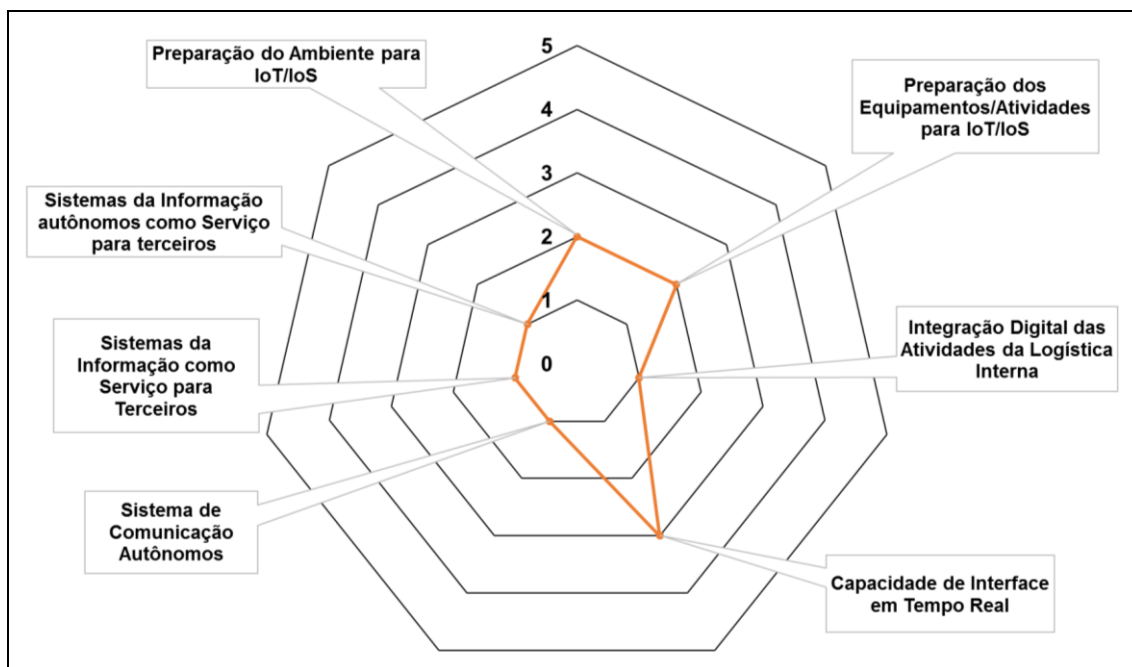
ANEXO L – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO EMBALAGEM (GRUPOS GERADORES)



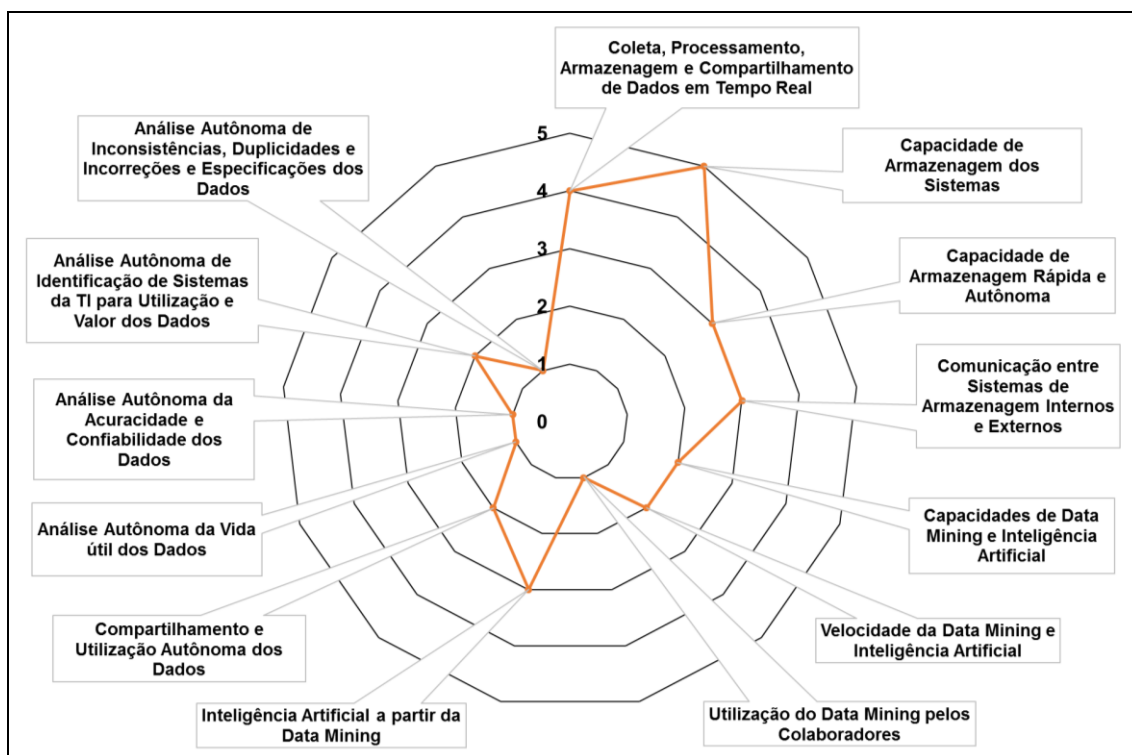
ANEXO M – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO EXPEDIÇÃO (GRUPOS GERADORES)



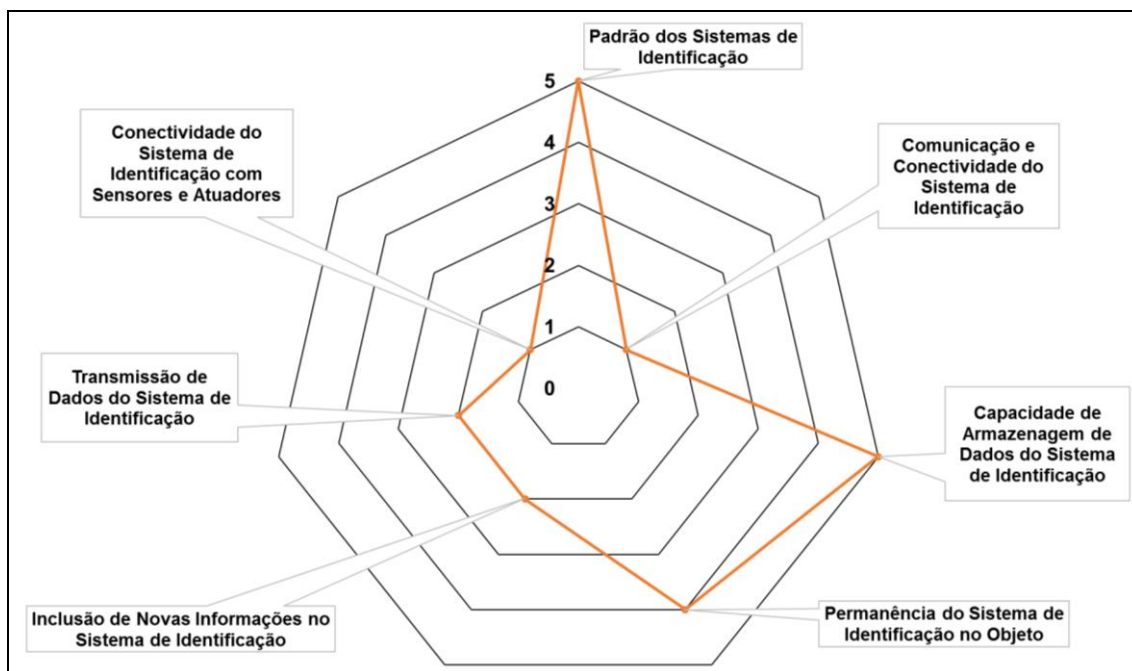
ANEXO O – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTERNET DAS COISAS / INTERNET DE SERVIÇOS (GRUPOS GERADORES)



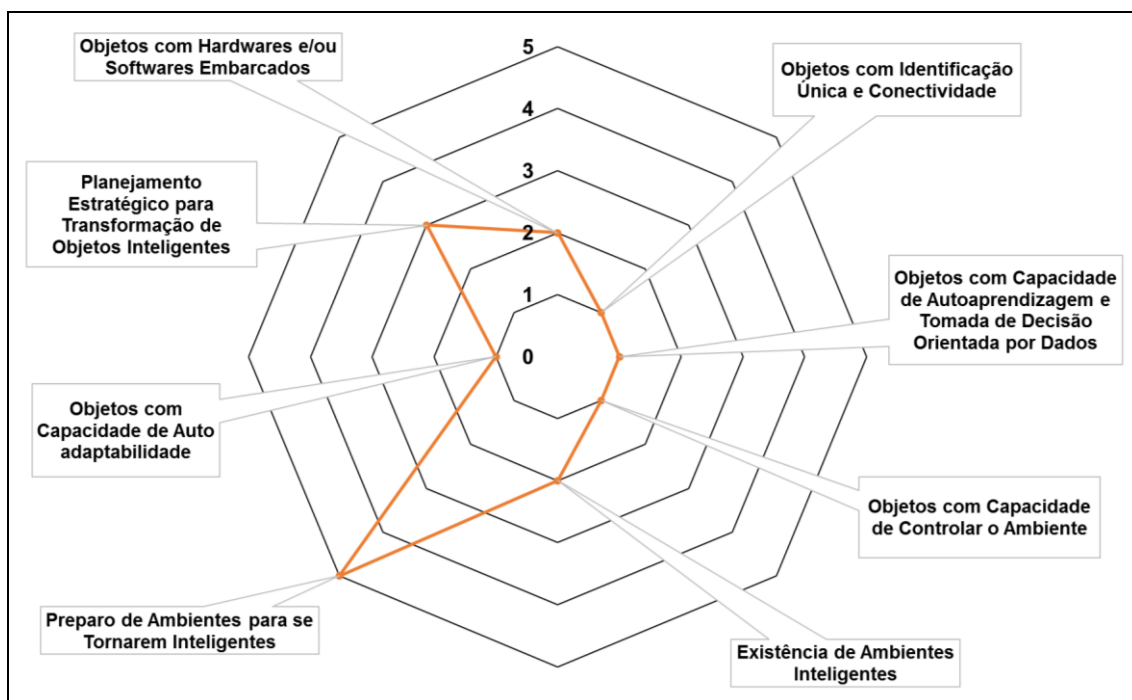
ANEXO P – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO BIG DATA / DATA MINING / INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (GRUPOS GERADORES)



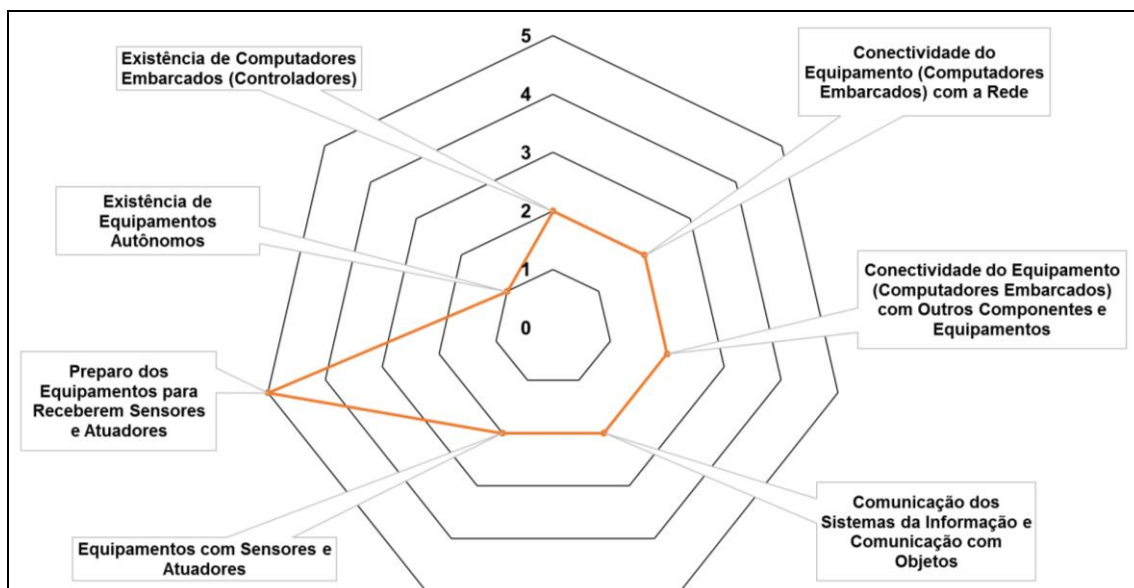
ANEXO Q – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO E COMUNICAÇÃO (GRUPOS GERADORES)



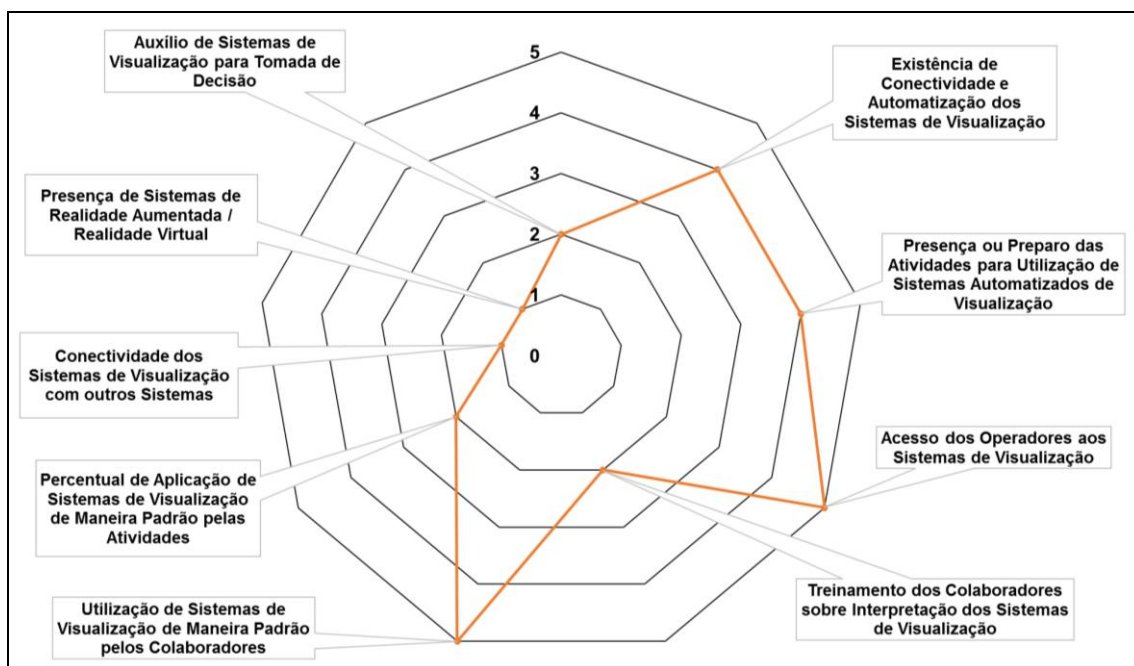
ANEXO R – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO OBJETOS INTELIGENTES (GRUPOS GERADORES)



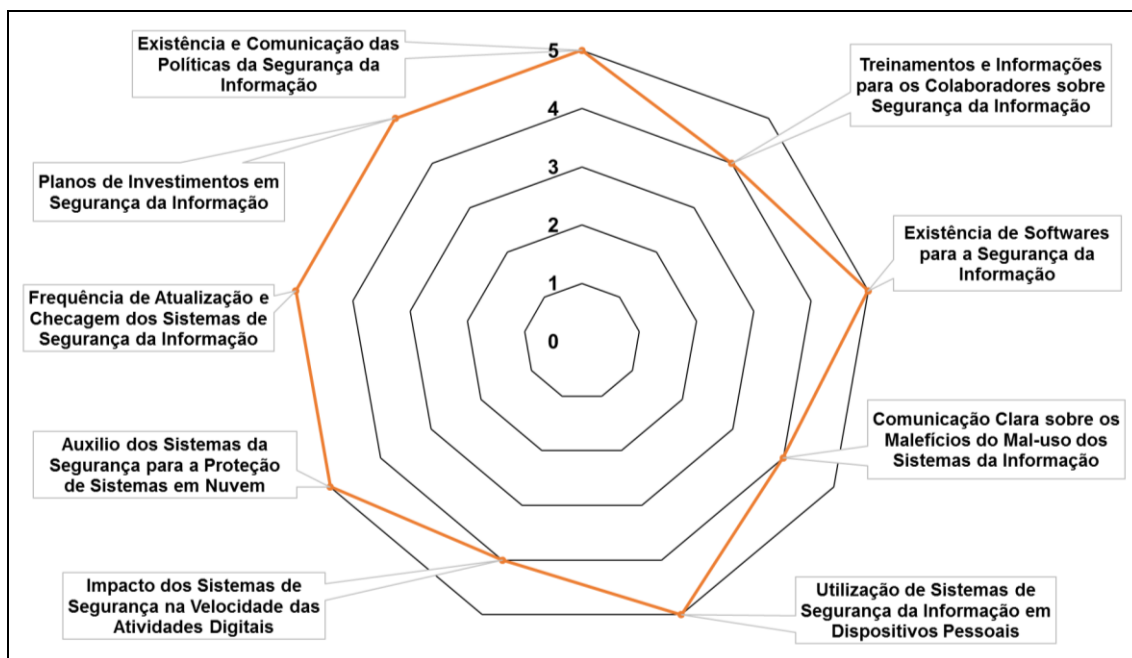
ANEXO S – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS (GRUPOS GERADORES)



ANEXO T – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS E TOMADA DE DECISÃO (GRUPOS GERADORES)



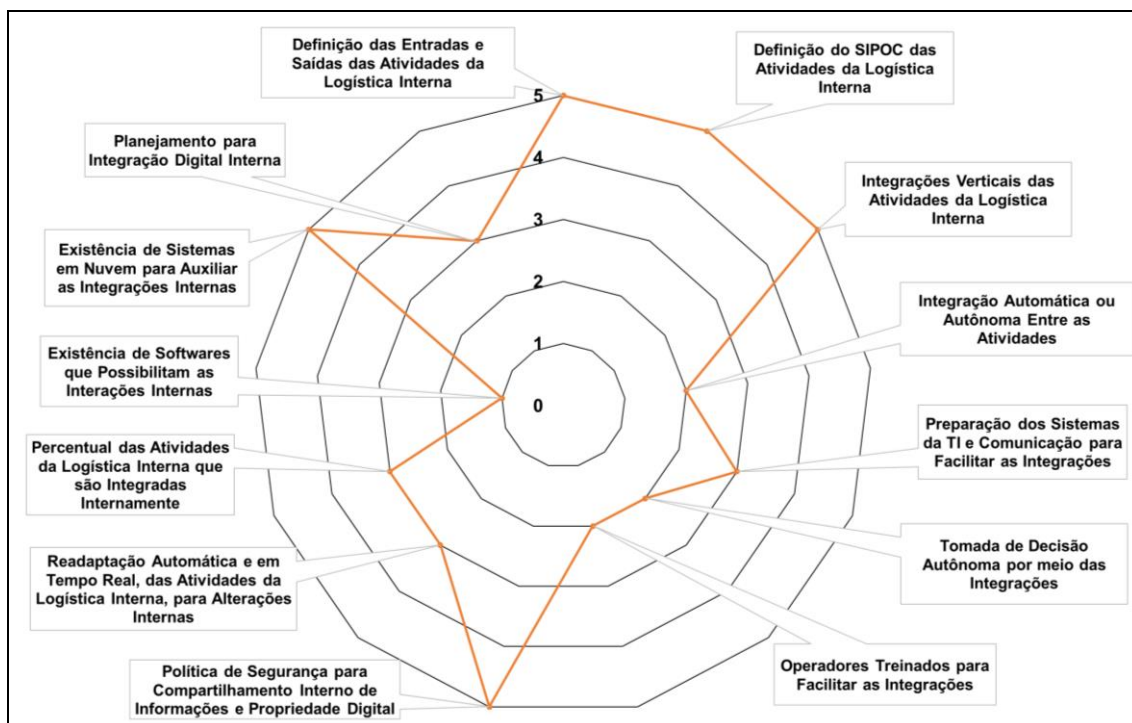
ANEXO U – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DA PROPRIEDADE DIGITAL (GRUPOS GERADORES)



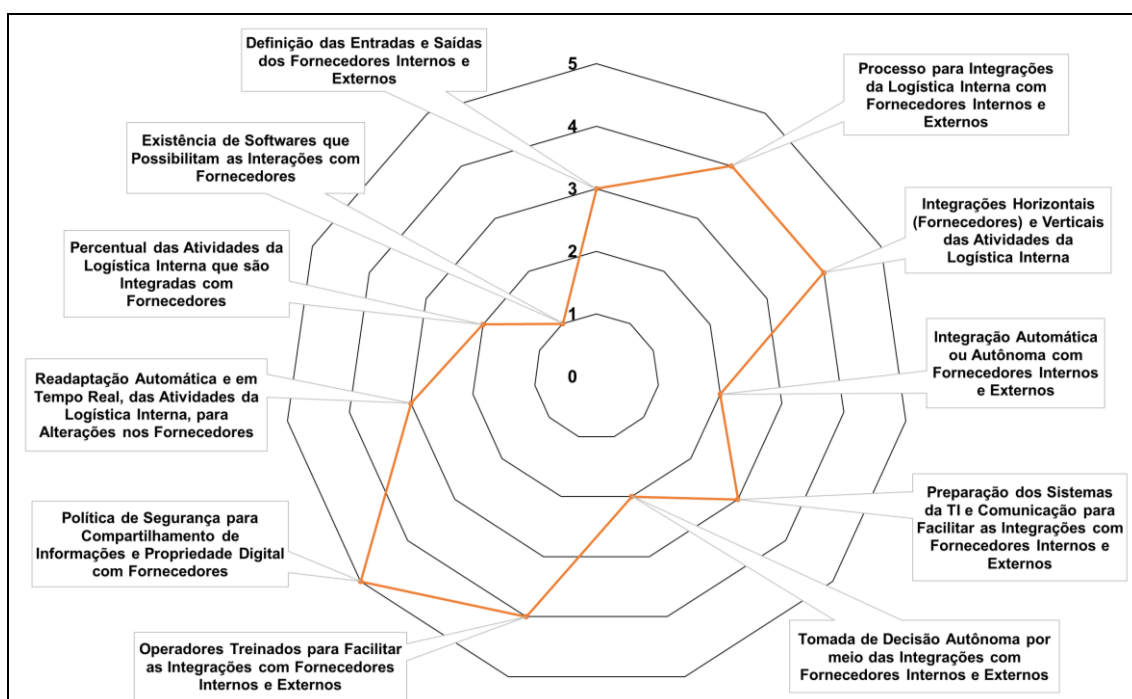
ANEXO V – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA DIMENSÃO INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO (GRUPOS GERADORES)

Dimensão: Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio															
Sub dimensões		Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4	Q4.5	Q4.6	Q4.7	Q4.8	Q4.9	Q4.10	Q4.11	Q4.12	Q4.13	Média Aritmética
1	Integração com Processos Internos e Externos	5	5	5	2	3	2	2	5	3	3	1	5	3	3,38
		Q4.14	Q4.15	Q4.16	Q4.17	Q4.18	Q4.19	Q4.20	Q4.21	Q4.22	Q4.23	Q4.24	Q4.25	Q4.26	
2	Integração com Fornecedoros Internos e Externos	3	4	4	2	3	2	4	5	3	2	1	5	4	3,23
		Q4.27	Q4.28	Q4.29	Q4.30	Q4.31	Q4.32	Q4.33	Q4.34	Q4.35	Q4.36	Q4.37	Q4.38	Q4.39	
3	Integração com Clientes Internos e Externos	5	5	5	2	3	2	5	5	5	3	1	5	2	3,69
		Q4.40	Q4.41	Q4.42	Q4.43	Q4.44	Q4.45	Q4.46	Q4.47	Q4.48	Q4.49	Q4.50	Q4.51	Q4.52	
4	Segurança da Informação e da Propriedade Digital	5	5	4	3	3	5	5	3	5	3	1	5	4	3,88
		Q4.53	Q4.54	Q4.55	Q4.56	Q4.57	Q4.58	Q4.59	Q4.60	Q4.61	Q4.62	Q4.63	Q4.64	Q4.65	

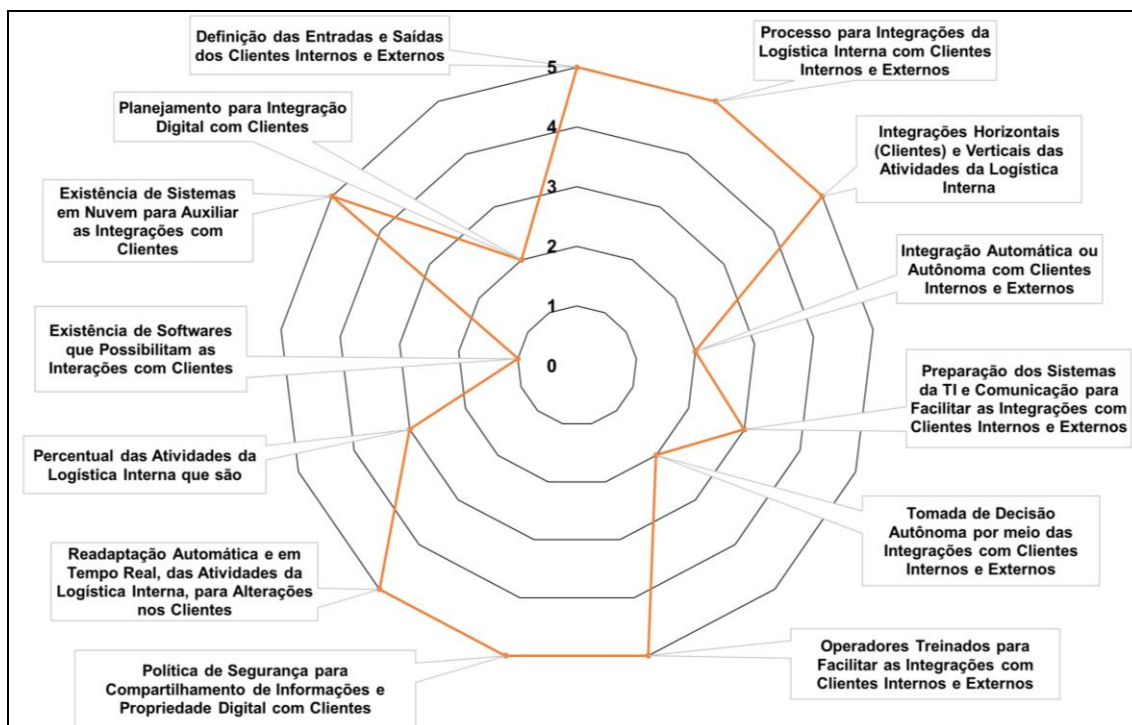
ANEXO W – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM PROCESSOS INTERNOS E EXTERNOS (GRUPOS GERADORES)



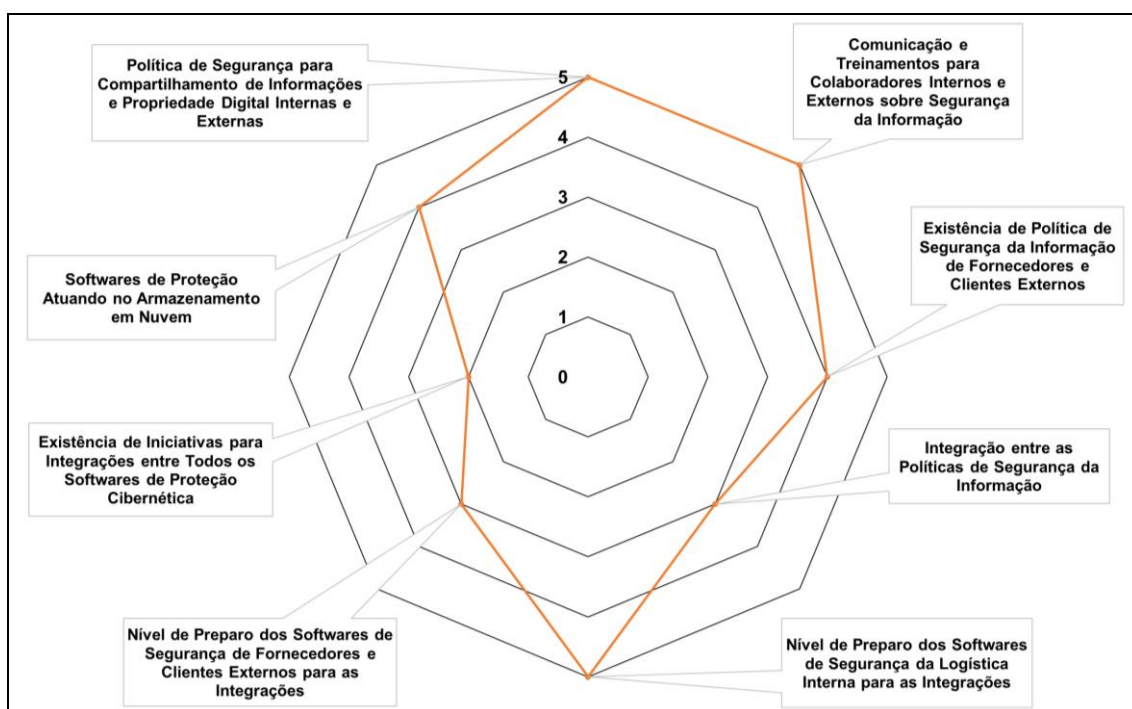
ANEXO X – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM FORNECEDORES INTERNOS E EXTERNOS (GRUPOS GERADORES)



ANEXO Y – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM CLIENTES INTERNOS E EXTERNOS (GRUPOS GERADORES)



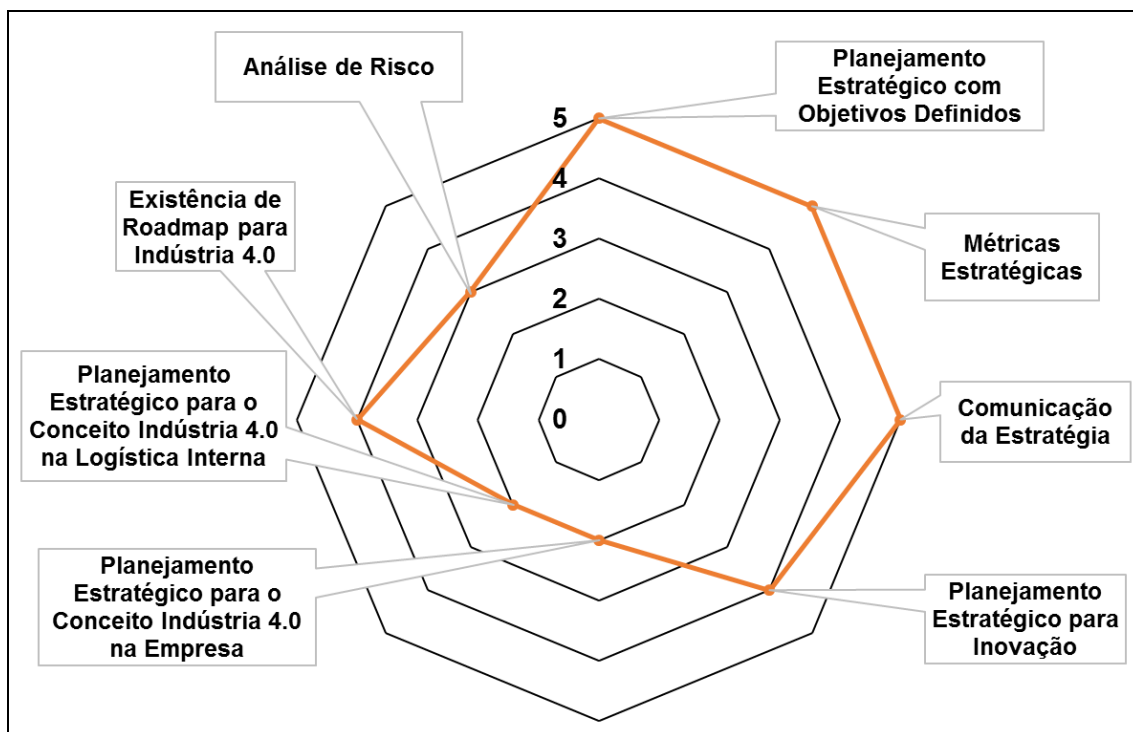
ANEXO Z – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DA PROPRIEDADE DIGITAL (GRUPOS GERADORES)



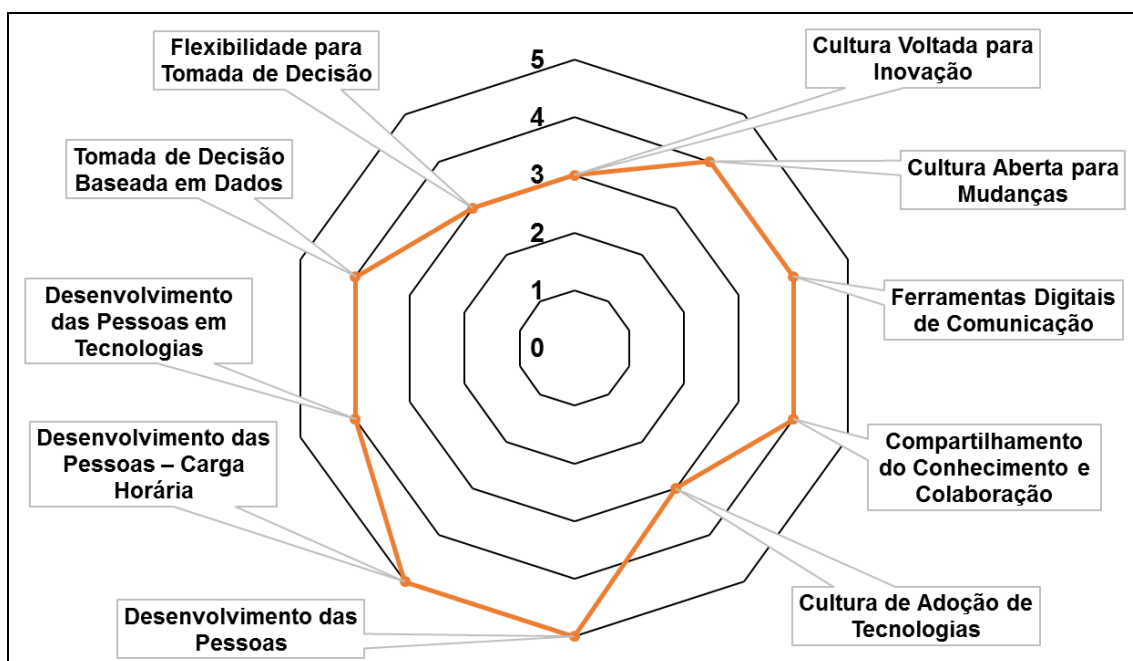
ANEXO A1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA DIMENSÃO ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (TRATORES)

Sub dimensões		Dimensão: Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional										Média Aritmética	
		Q1.2	Q1.3.1	Q1.4	Q1.5	Q1.6	Q1.7	Q1.8		Q1.9			
1	Estratégia Corporativa	Planejamento Estratégico com Objetivos Definidos	5	Métricas Estratégicas	Comunicação da Estratégia	Planejamento Estratégico para Inovação	Planejamento Estratégico para o Conceito Indústria 4.0 na Empresa	Planejamento Estratégico para o Conceito Indústria 4.0 na Logística Interna	Existência de Roadmap para Indústria 4.0		Análise de Risco		3,75
		Q1.10	Q1.11	Q1.12	Q1.13	Q1.14	Q1.15	Q1.16	Q1.17	Q1.18	Q1.19		
2	Cultura Organizacional	Cultura Voltada para Inovação	3	Cultura Aberta para Mudanças	Ferramentas Digitais de Comunicação	Compartilhamento do Conhecimento e Colaboração	Cultura de Adoção de Tecnologias	Desenvolvimento das Pessoas	Desenvolvimento das Pessoas – Carga Horária	Desenvolvimento das Pessoas em Tecnologias	Tomada de Decisão Baseada em Dados	Flexibilidade para Tomada de Decisão	Média Aritmética
		Q1.20	Q1.21	Q1.22	Q1.23	Q1.24	Q1.25	Q1.26	Q1.27	Q1.28	Q1.29	3,90	
3	Estrutura Organizacional	Definição Clara da Estrutura Organizacional	5	Estrutura Organizacional Voltada para Novas Tecnologias	Estrutura Organizacional Voltada para Indústria 4.0	Colaboradores Flexíveis	Compartilhamento de Decisões em Tempo Real	Colaboração entre Áreas		Colaboração Digital		Média Aritmética	
		Q1.27	Q1.28	Q1.30	Q1.31	Q1.32	Q1.33	Q1.34	Q1.35	Q1.36	Q1.37	4,14	
4	Modelo de Operação	Flexibilidade do Modelo de Operação	4	Utilização de Roadmap	Velocidade para o compartilhamento das Adaptações	Impacto de Novas Tecnologias	Apoio de Tecnologias – Comunicação em Tempo Real		Apoio de Tecnologias – Atuação Colaborativa		Média Aritmética		
		Q1.38	Q1.39	Q1.40	Q1.41	Q1.42	Q1.43	Q1.44	Q1.45	Q1.46	Q1.47	4,33	

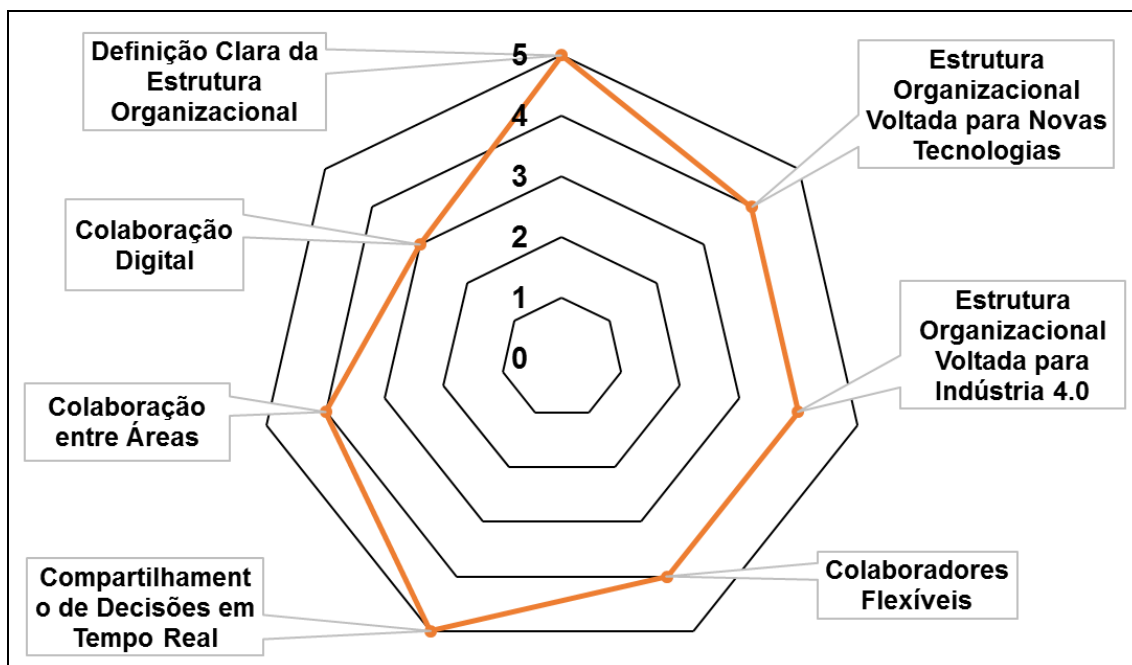
ANEXO B1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ESTRATÉGIA CORPORATIVA (TRATORES)



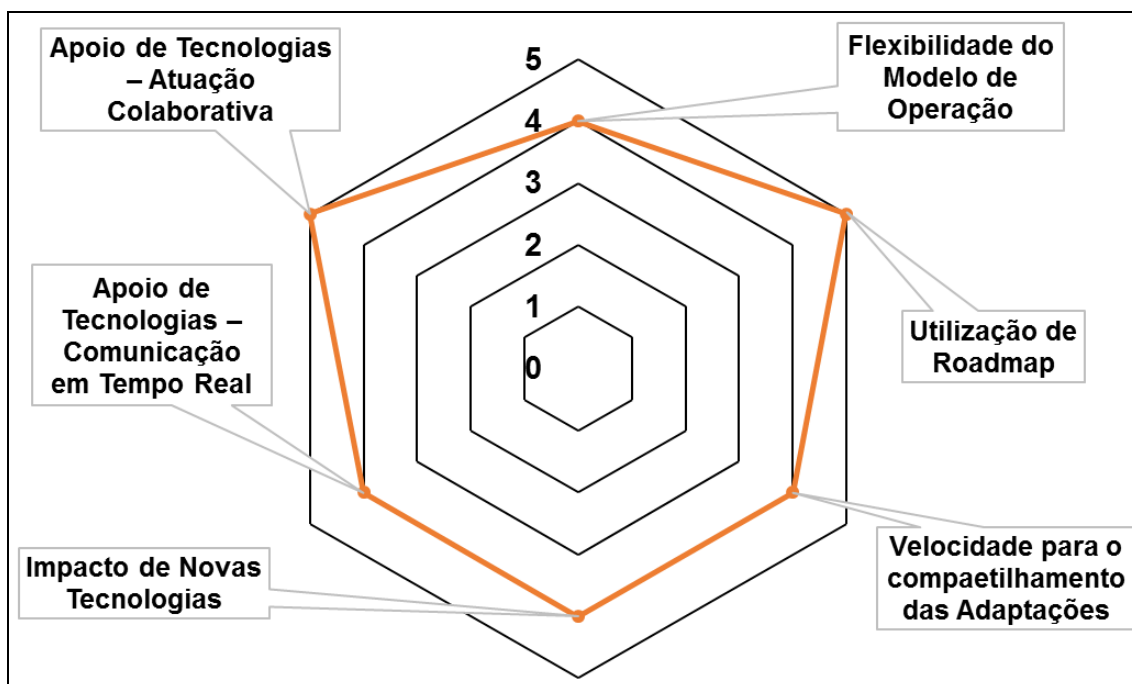
ANEXO C1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO CULTURA ORGANIZACIONAL (TRATORES)



ANEXO D1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (TRATORES)



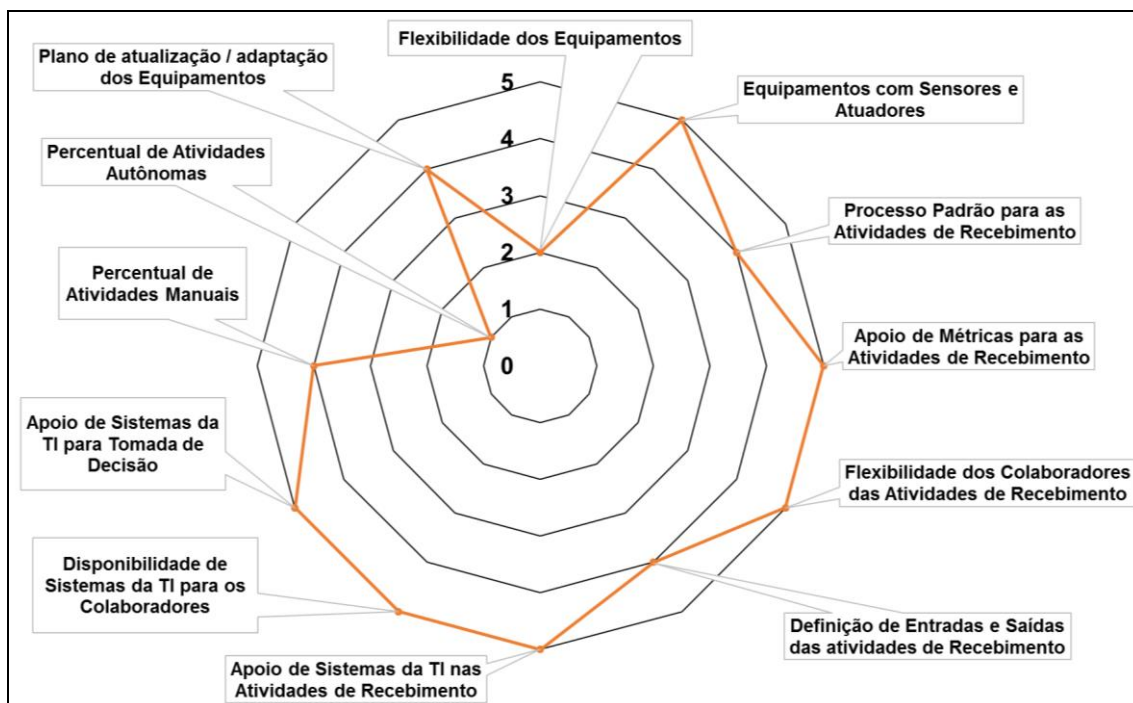
ANEXO E1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO MODELO DE OPERAÇÃO (TRATORES)



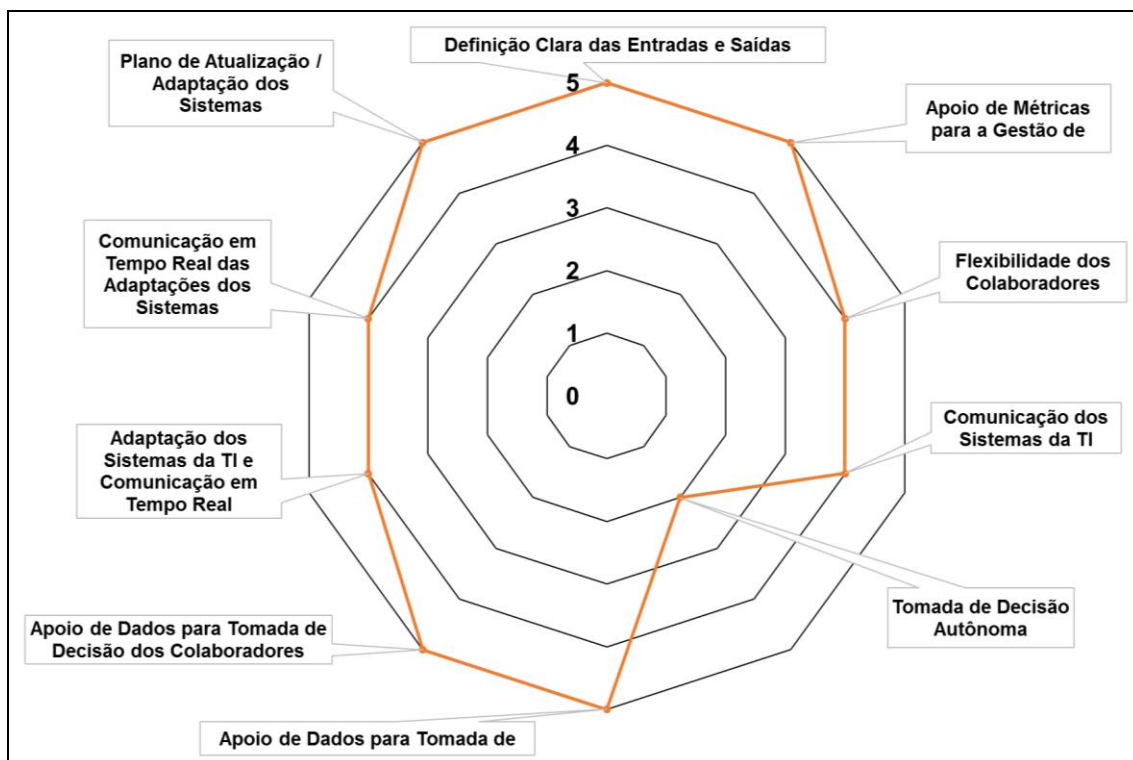
ANEXO F1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO RECEBIMENTO DE MATERIAIS (TRATORES)

Dimensão: Infraestrutura das Atividades da Logística Interna															
Sub dimensões	Dimensão: Infraestrutura das Atividades da Logística Interna														
	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6	Q2.7	Q2.8	Q2.9	Q2.10	Q2.11	Q2.12	Média Aritmética		
1	Recebimento de Materiais	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Recebimento	Apoio de Métricas para as Atividades de Recebimento	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Recebimento	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Recebimento	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Recebimento	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Percentual de Atividades Autônomas	Plano de atualização / adaptação dos Equipamentos	4,08	
		2	5	4	5	5	4	5	5	5	4	1	4		
2	Gerenciamento de Estoques	Definição Clara das Entradas e Saídas	Apoio de Métricas para a Gestão de Estoques	Flexibilidade dos Colaboradores	Comunicação dos Sistemas da TI	Tomada de Decisão Autônoma	Apoio de Dados para Tomada de Decisão	Apoio de Dados para Tomada de Decisão dos Colaboradores	Adaptação dos Sistemas da TI e Comunicação em Tempo Real	Comunicação em Tempo Real das Adaptações dos Sistemas	Plano de Atualização / Adaptação dos Sistemas		Média Aritmética	4,30	
		5	5	4	4	2	5	5	5	4	4	5			
3	Movimentação e Manuseio de Materiais	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Manuseio	Apoio de Métricas para as Atividades de Manuseio	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Manuseio	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Manuseio	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Manuseio	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Percentual de Atividades Autônomas	Plano de Atualização/ Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética	3,92
		3	5	5	5	3	5	4	4	5	3	1	4		
4	Armazenagem	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Armazenagem	Apoio de Métricas para as Atividades de Armazenagem	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Armazenagem	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Armazenagem	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Armazenagem	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Percentual de Atividades Autônomas	Plano de Atualização / Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética	4,08
		3	5	5	5	3	5	5	5	5	4	1	4		
5	Coleta de Materiais	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Coleta	Apoio de Métricas para as Atividades de Coleta	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Coleta	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Coleta	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Coleta	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Percentual de Atividades Autônomas	Plano de Atualização / Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética	4,08
		3	5	5	5	3	5	4	5	5	4	1	4		
6	Embalagem	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Embalagem	Apoio de Métricas para as Atividades de Embalagem	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Embalagem	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Embalagem	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Embalagem	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Percentual de Atividades Autônomas	Plano de Atualização / Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética	2,33
		1	1	5	1	3	5	4	2	5	1	1	2		
7	Expedição	Flexibilidade dos Equipamentos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Processo Padrão para as Atividades de Expedição	Apoio de Métricas para as Atividades de Expedição	Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Expedição	Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Expedição	Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Expedição	Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores	Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão	Percentual de Atividades Manuais	Percentual de Atividades Autônomas	Plano de Atualização / Adaptação dos Equipamentos	Média Aritmética	3,75
		1	5	5	5	4	5	5	4	5	3	1	2		

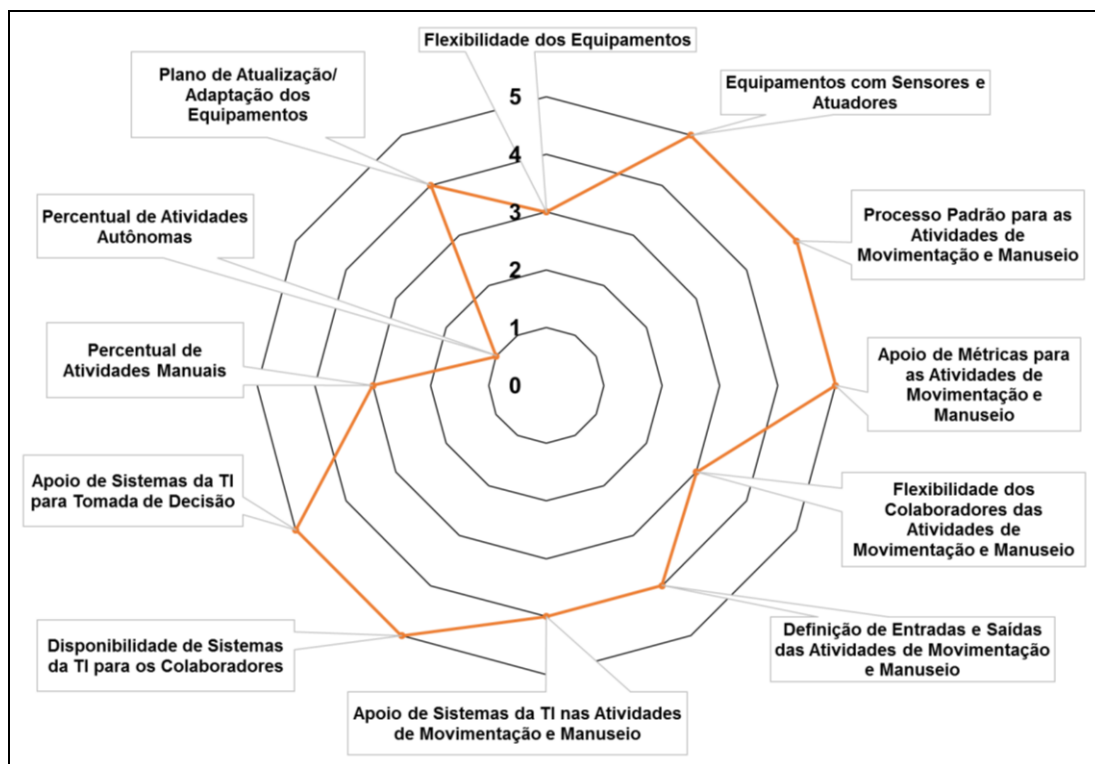
ANEXO G1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO RECEBIMENTO DE MATERIAIS (TRATORES)



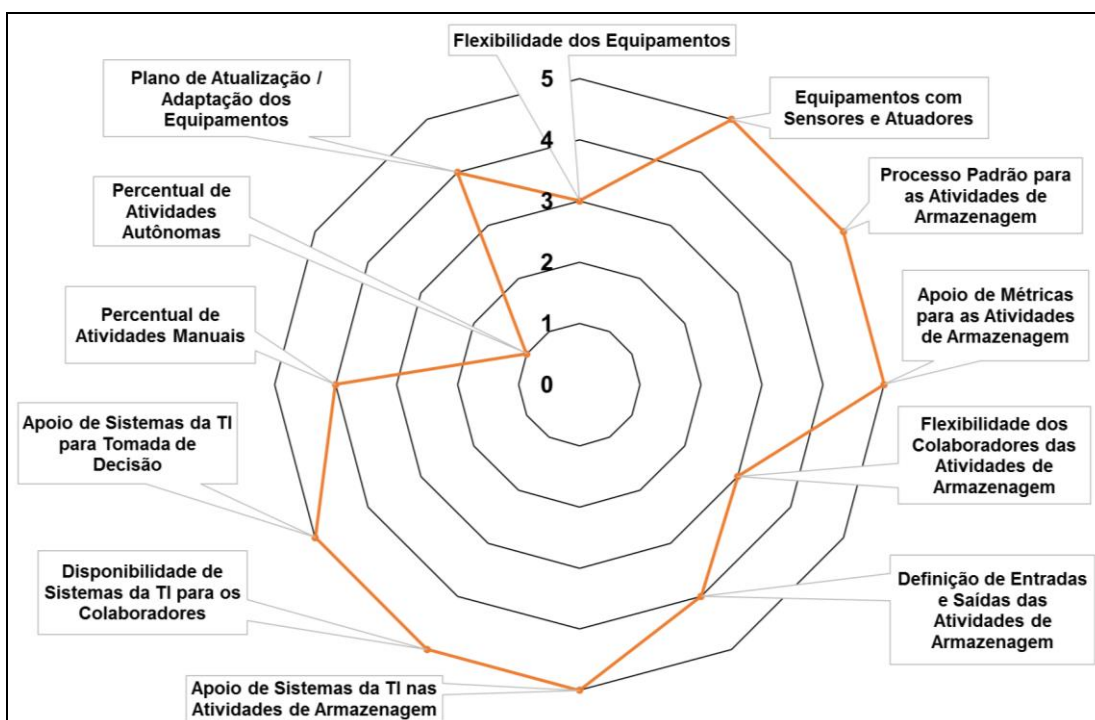
ANEXO H1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES (TRATORES)



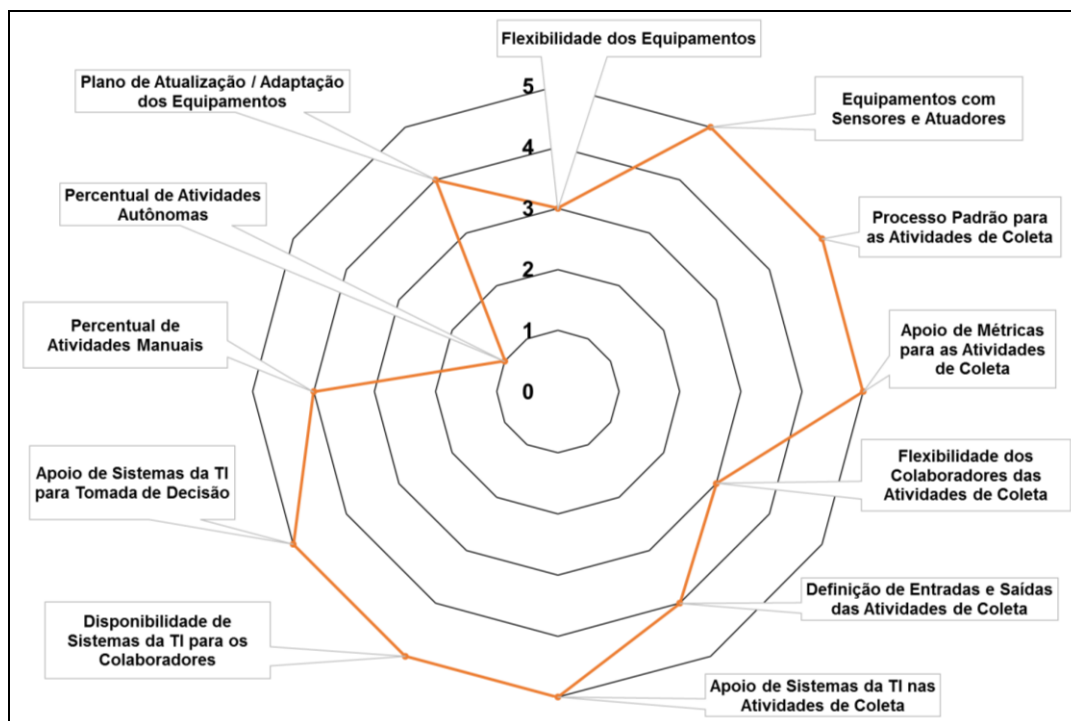
ANEXO I1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO DE MATERIAIS (TRATORES)



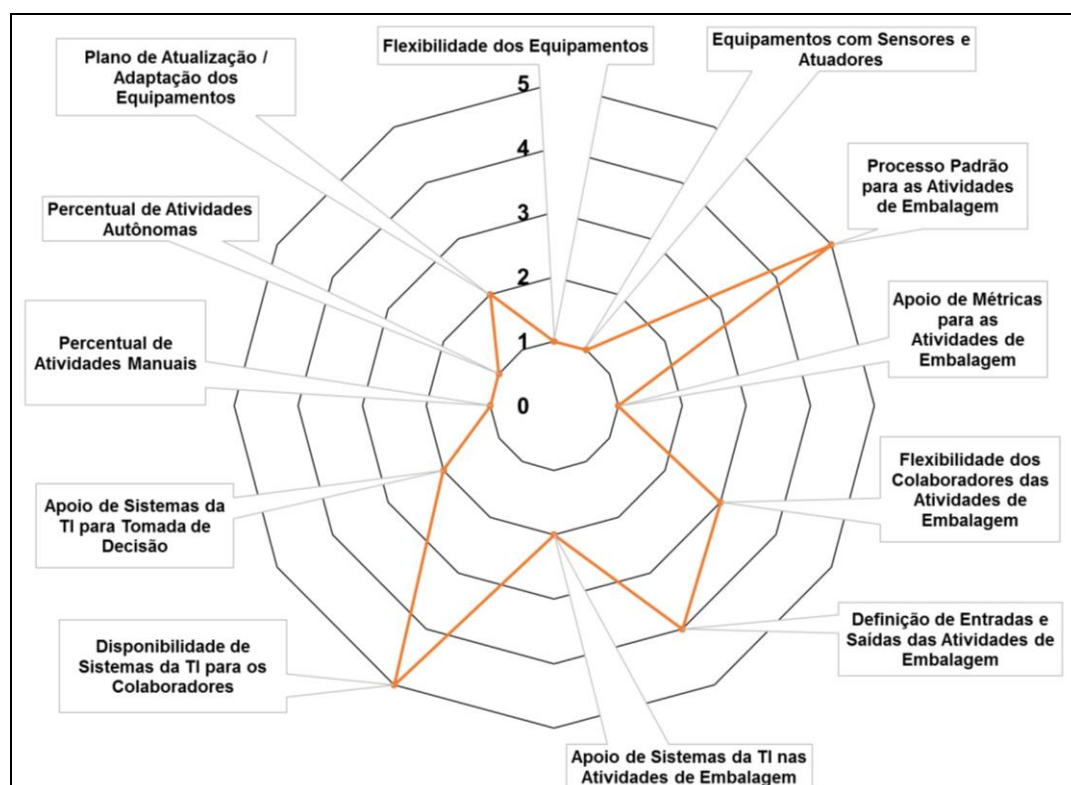
ANEXO J1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ARMAZENAGEM (TRATORES)



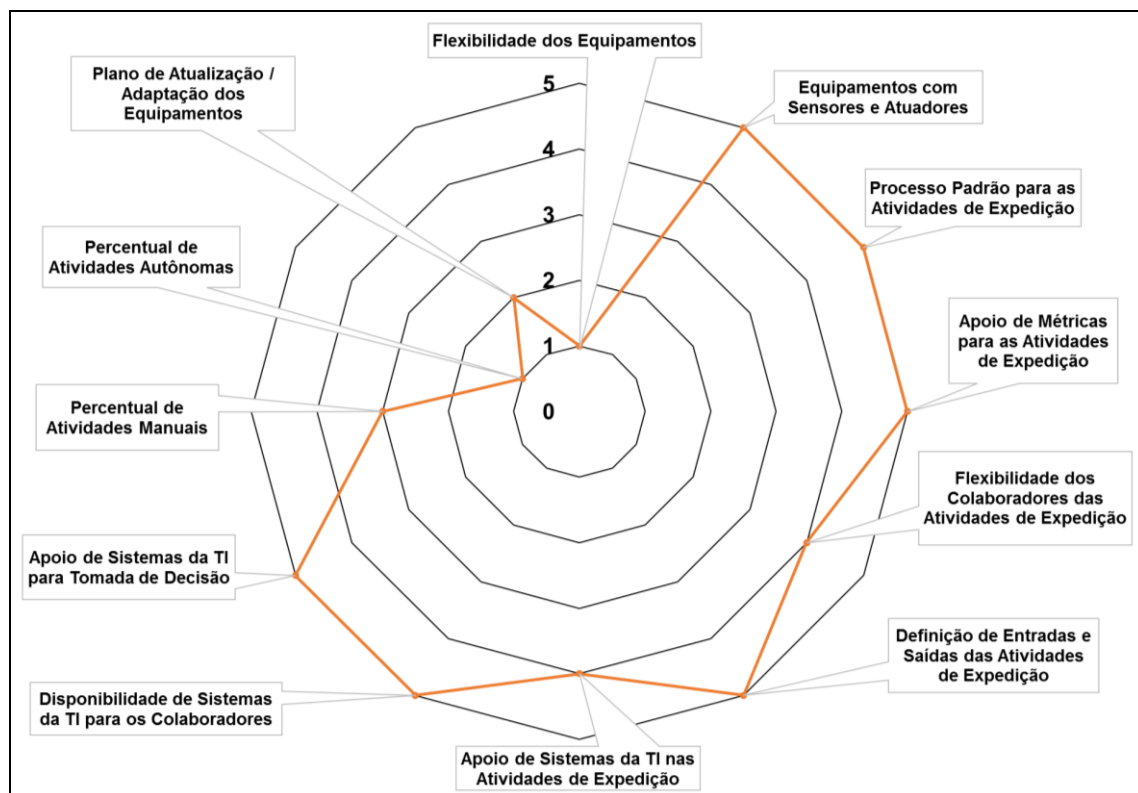
ANEXO K1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO COLETA DE MATERIAIS (TRATORES)



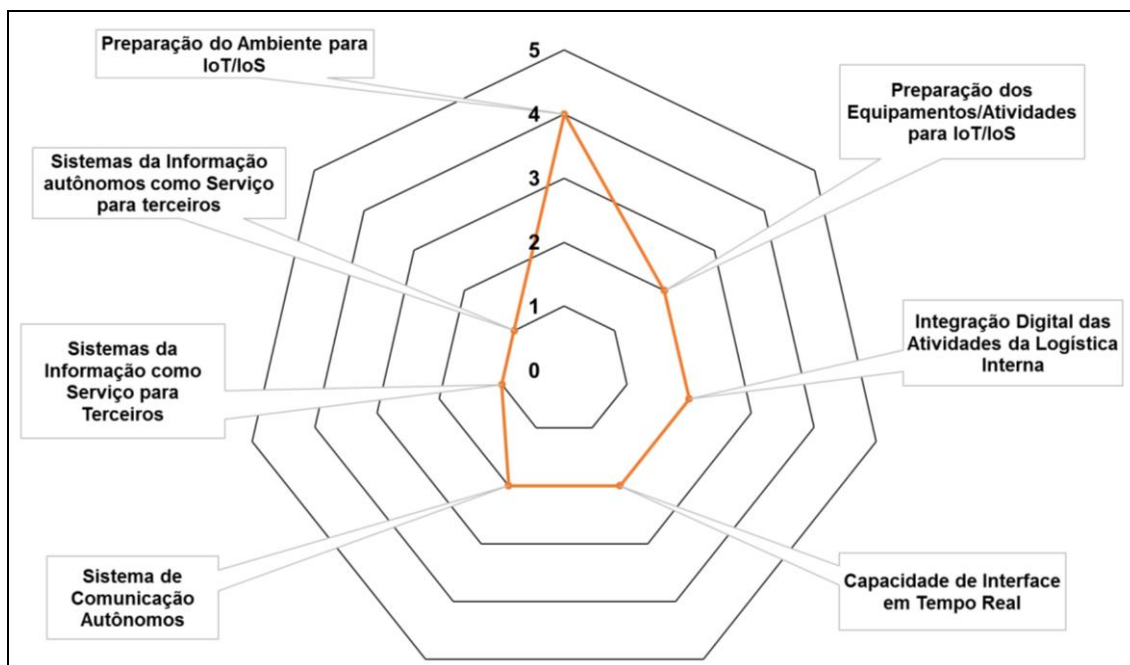
ANEXO L1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO EMBALAGEM (TRATORES)



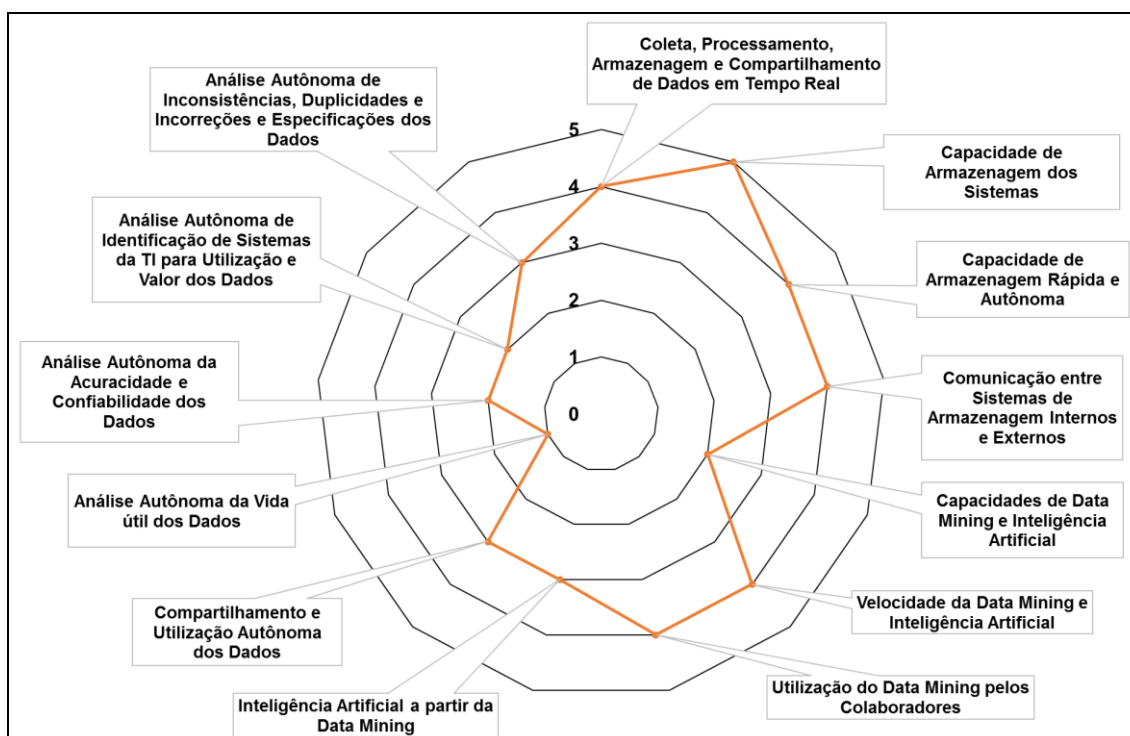
ANEXO M1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO EXPEDIÇÃO (TRATORES)



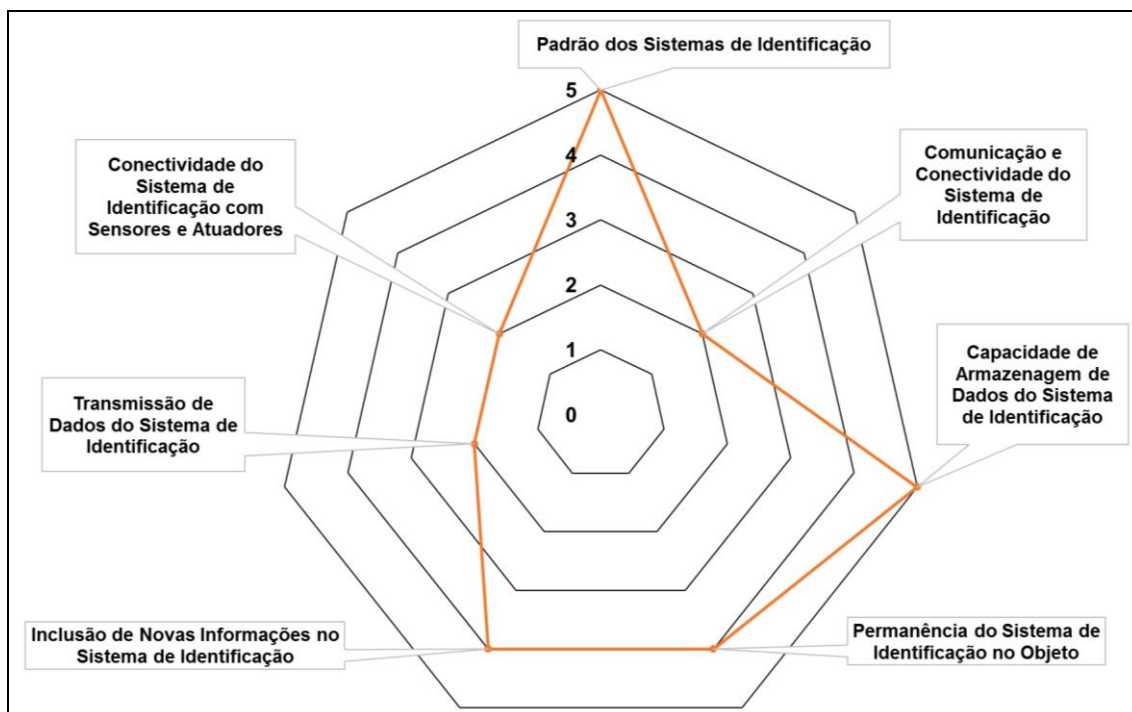
ANEXO 01 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTERNET DAS COISAS / INTERNET DE SERVIÇOS (TRATORES)



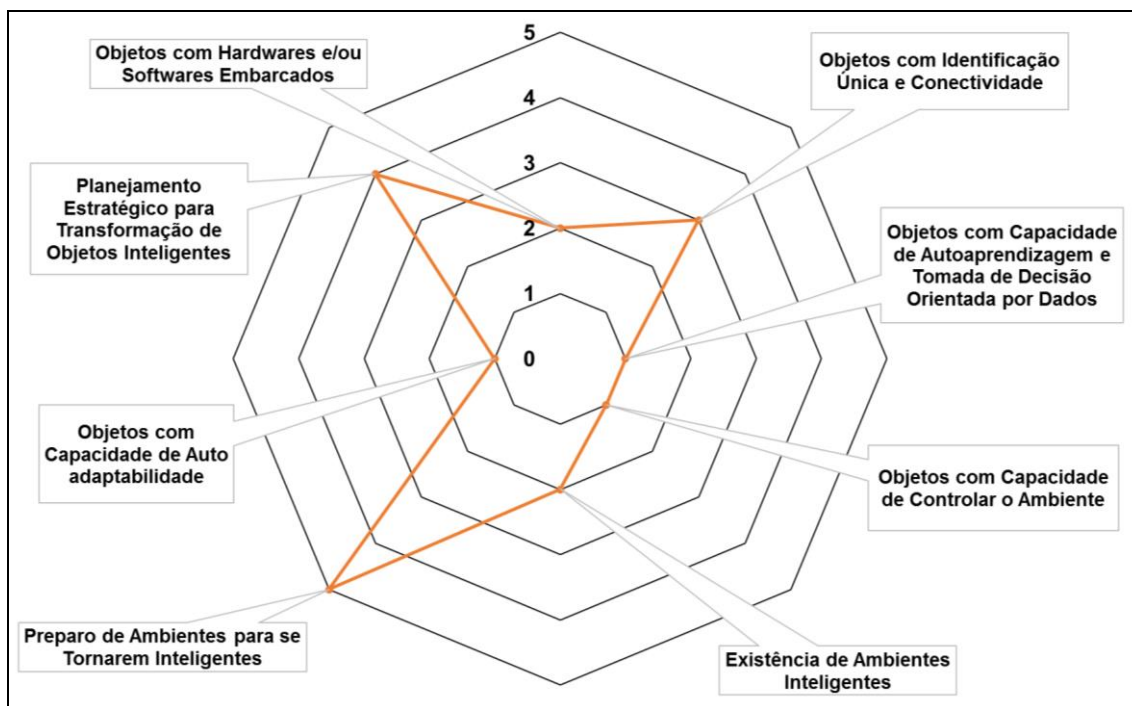
ANEXO P1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO BIG DATA / DATA MINING / INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (TRATORES)



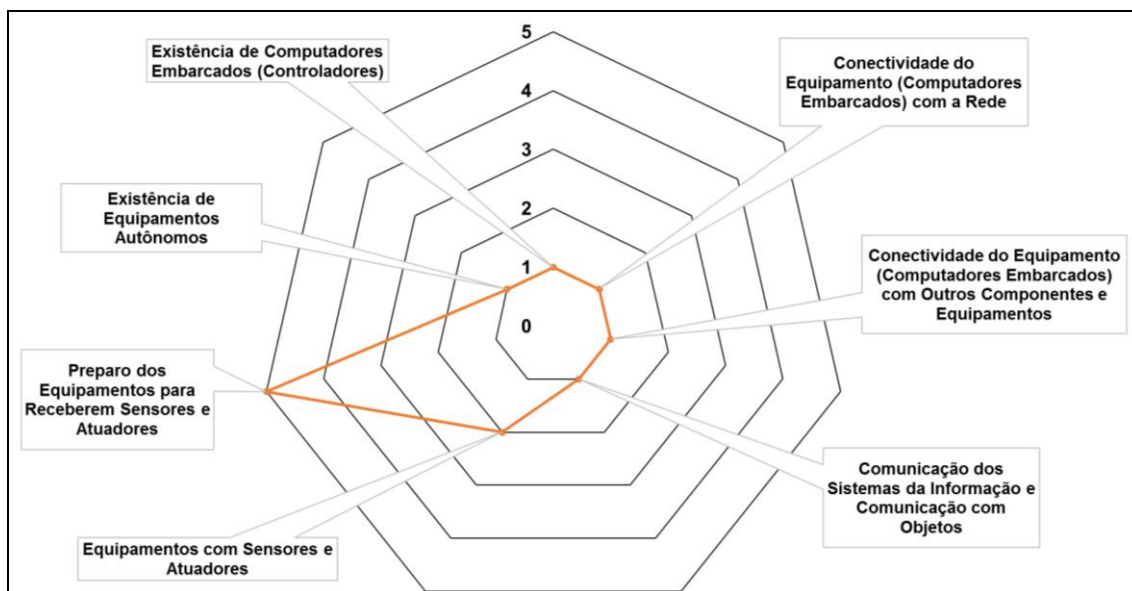
ANEXO Q1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TRATORES)



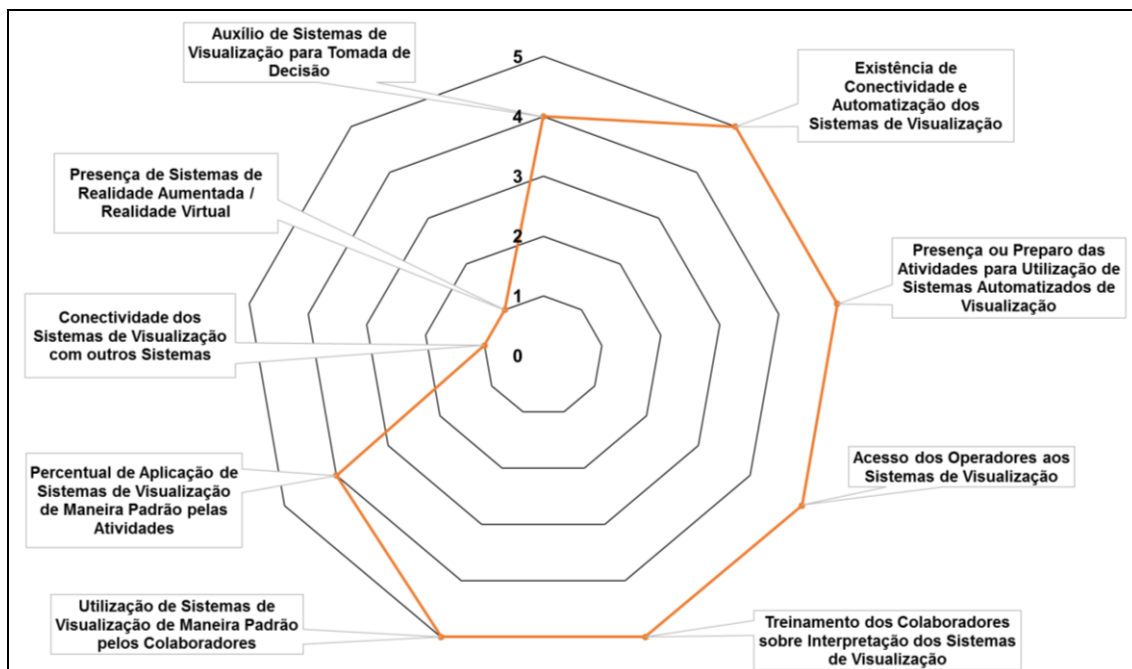
ANEXO R1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO OBJETOS INTELIGENTES (TRATORES)



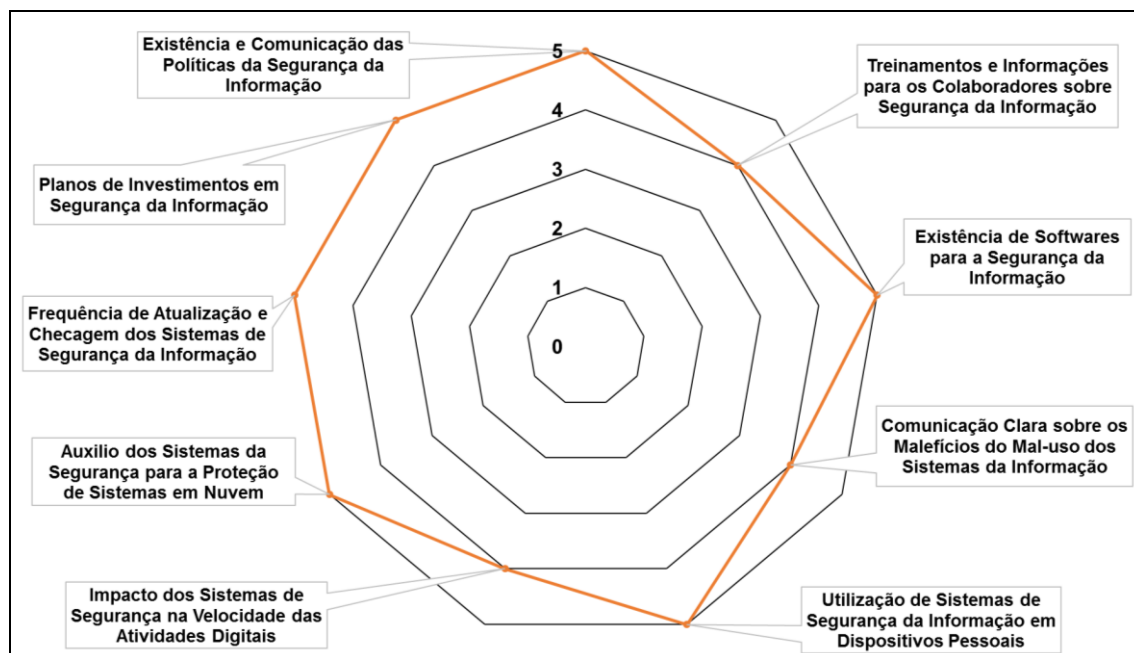
ANEXO S1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS (TRATORES)



ANEXO T1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS E TOMADA DE DECISÃO (TRATORES)



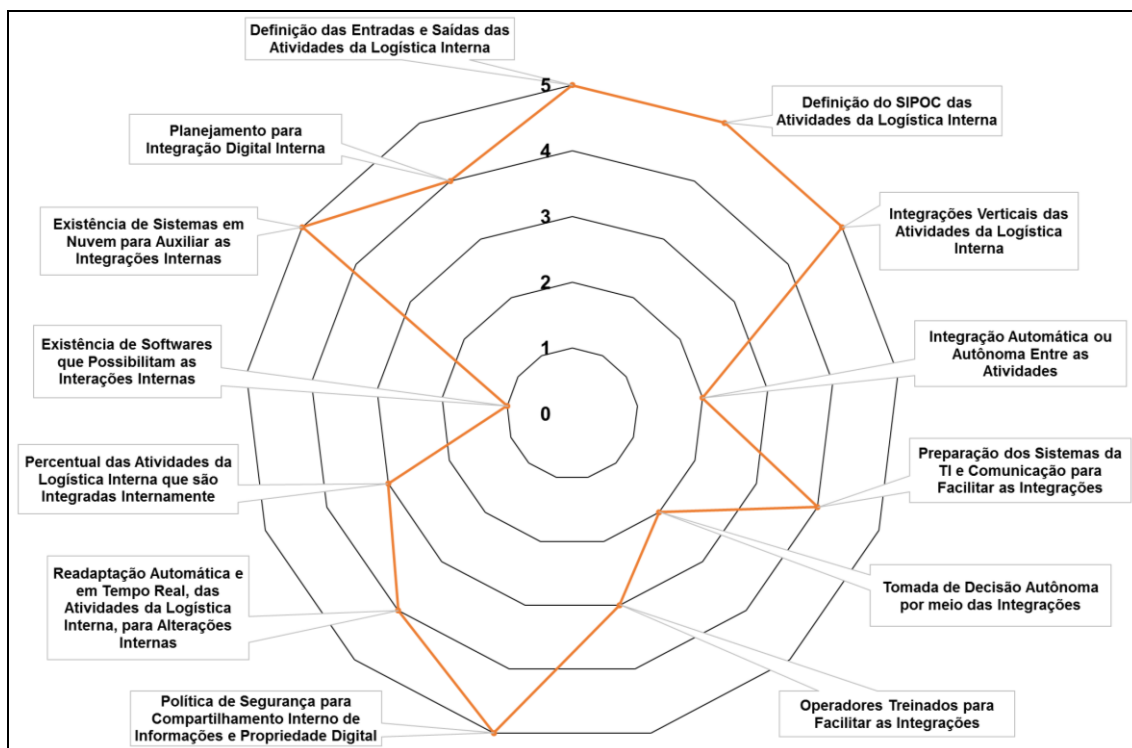
ANEXO U1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DA PROPRIEDADE DIGITAL (TRATORES)



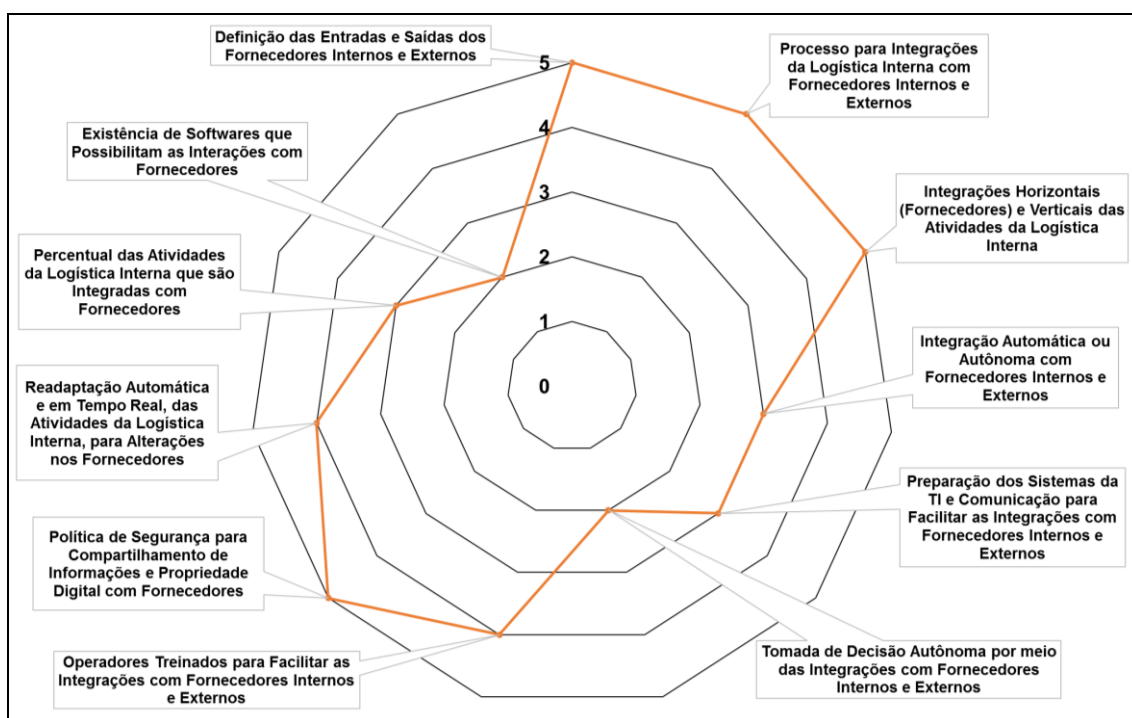
ANEXO V1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM PROCESSOS INTERNOS E EXTERNOS (TRATORES)

Dimensão: Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio																														
Sub dimensões		Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4	Q4.5	Q4.6	Q4.7	Q4.8	Q4.9	Q4.10	Q4.11	Q4.12	Q4.13	Média Aritmética															
1	Integração com Processos Internos e Externos	Definição das Entradas e Saídas das Atividades da Logística Interna	5	Q4.14	5	Q4.15	5	Q4.16	5	Q4.17	2	Q4.18	4	Q4.19	2	Q4.20	3	Q4.21	5	Q4.22	4	Q4.23	3	Q4.24	1	Q4.25	5	Q4.26	4	3,69
		Definição das Entradas e Saídas dos Fornecedoros Internos e Externos	5	Q4.27	5	Q4.28	5	Q4.29	5	Q4.30	3	Q4.31	3	Q4.32	2	Q4.33	4	Q4.34	5	Q4.35	4	Q4.36	3	Q4.37	2	Q4.38	5	Q4.39	4	3,85
2	Integração com Fornecedoros Internos e Externos	Definição das Entradas e Saídas dos Fornecedoros Internos e Externos	5	Q4.27	5	Q4.28	5	Q4.29	5	Q4.30	3	Q4.31	3	Q4.32	2	Q4.33	4	Q4.34	5	Q4.35	4	Q4.36	3	Q4.37	2	Q4.38	5	Q4.39	4	3,85
		Definição das Entradas e Saídas dos Clientes Internos e Externos	5	Q4.27	5	Q4.28	5	Q4.29	5	Q4.30	3	Q4.31	3	Q4.32	2	Q4.33	4	Q4.34	5	Q4.35	4	Q4.36	3	Q4.37	2	Q4.38	5	Q4.39	4	3,85
3	Integração com Clientes Internos e Externos	Definição das Entradas e Saídas dos Clientes Internos e Externos	5	Q4.27	5	Q4.28	5	Q4.29	5	Q4.30	3	Q4.31	3	Q4.32	2	Q4.33	4	Q4.34	5	Q4.35	4	Q4.36	3	Q4.37	2	Q4.38	5	Q4.39	4	3,85
		Definição das Entradas e Saídas dos Clientes Externos	5	Q4.27	5	Q4.28	5	Q4.29	5	Q4.30	3	Q4.31	3	Q4.32	2	Q4.33	4	Q4.34	5	Q4.35	4	Q4.36	3	Q4.37	2	Q4.38	5	Q4.39	4	3,85
4	Segurança da Informação e da Propriedade Digital	Política de Segurança para Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital Internas e Externas	5	Q4.40	5	Q4.41	5	Q4.42	5	Q4.43	4	Q4.44	5	Q4.45	5	Q4.46	4	Q4.47	5	Q4.48	5	Q4.49	4	Q4.50	4	Q4.51	5	Q4.52	5	4,23
		Política de Segurança para Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital Externas	5	Q4.40	5	Q4.41	5	Q4.42	5	Q4.43	4	Q4.44	5	Q4.45	5	Q4.46	4	Q4.47	5	Q4.48	5	Q4.49	4	Q4.50	4	Q4.51	5	Q4.52	5	4,23
4	Segurança da Informação e da Propriedade Digital	Política de Segurança para Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital Internas e Externas	5	Q4.40	5	Q4.41	5	Q4.42	5	Q4.43	4	Q4.44	5	Q4.45	5	Q4.46	4	Q4.47	5	Q4.48	5	Q4.49	4	Q4.50	4	Q4.51	5	Q4.52	5	4,75
		Política de Segurança para Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital Externas	5	Q4.40	5	Q4.41	5	Q4.42	5	Q4.43	4	Q4.44	5	Q4.45	5	Q4.46	4	Q4.47	5	Q4.48	5	Q4.49	4	Q4.50	4	Q4.51	5	Q4.52	5	4,75

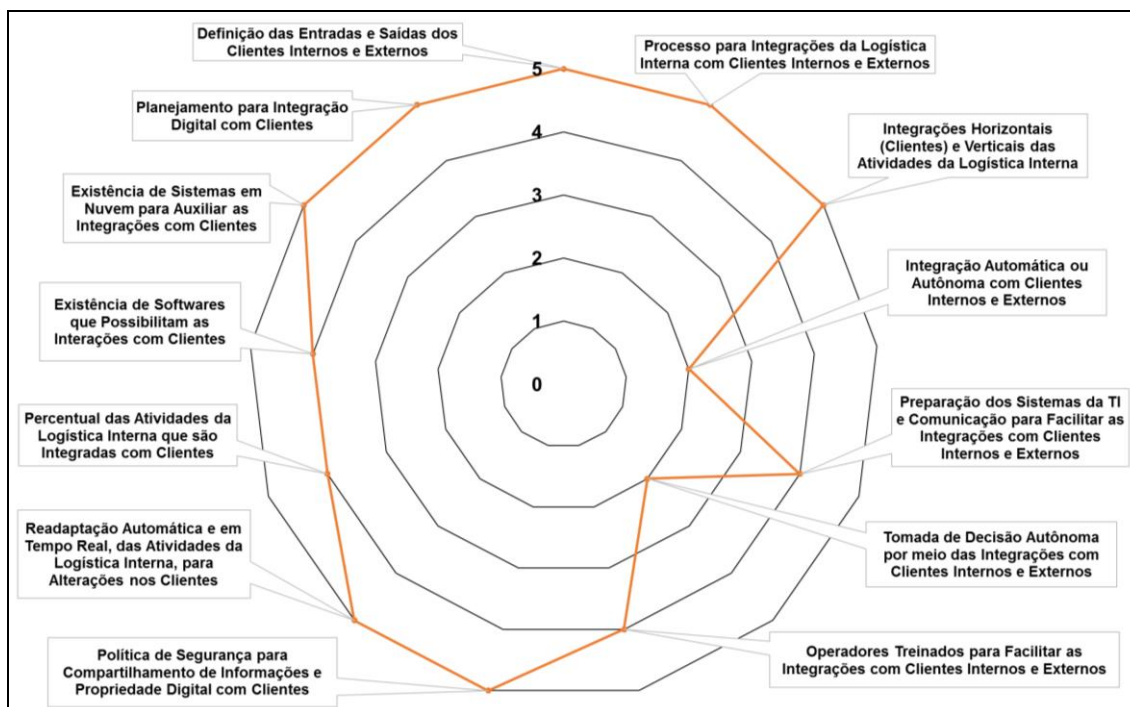
ANEXO W1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM PROCESSOS INTERNOS E EXTERNOS (TRATORES)



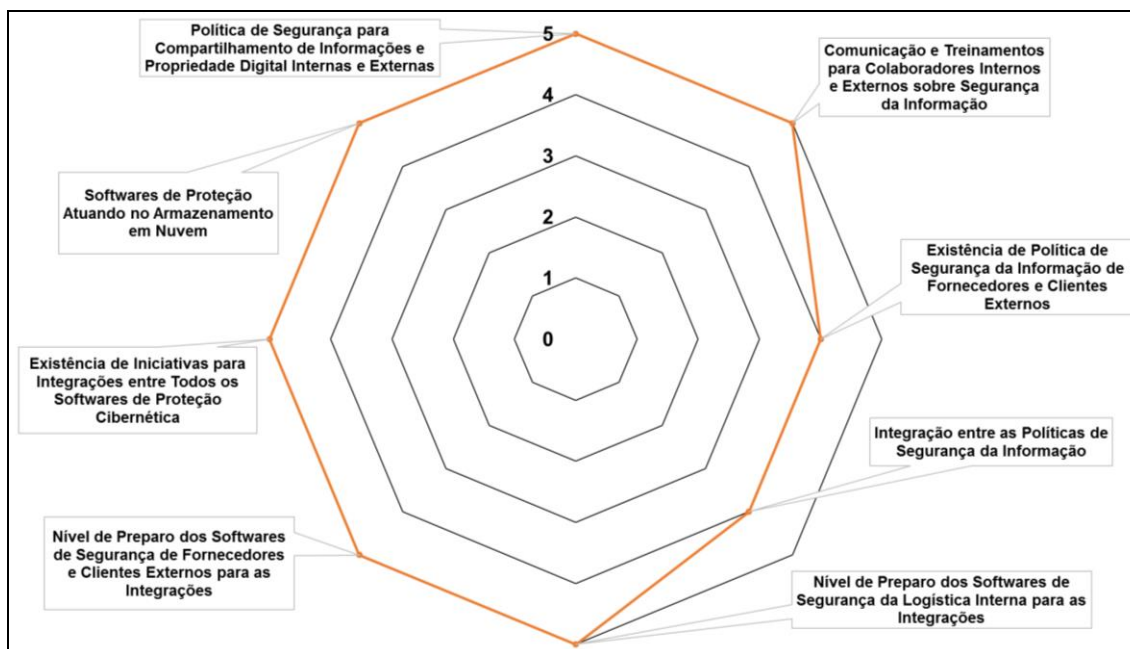
ANEXO X1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM FORNECEDORES INTERNOS E EXTERNOS (TRATORES)



ANEXO Y1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM CLIENTES INTERNOS E EXTERNOS (TRATORES)



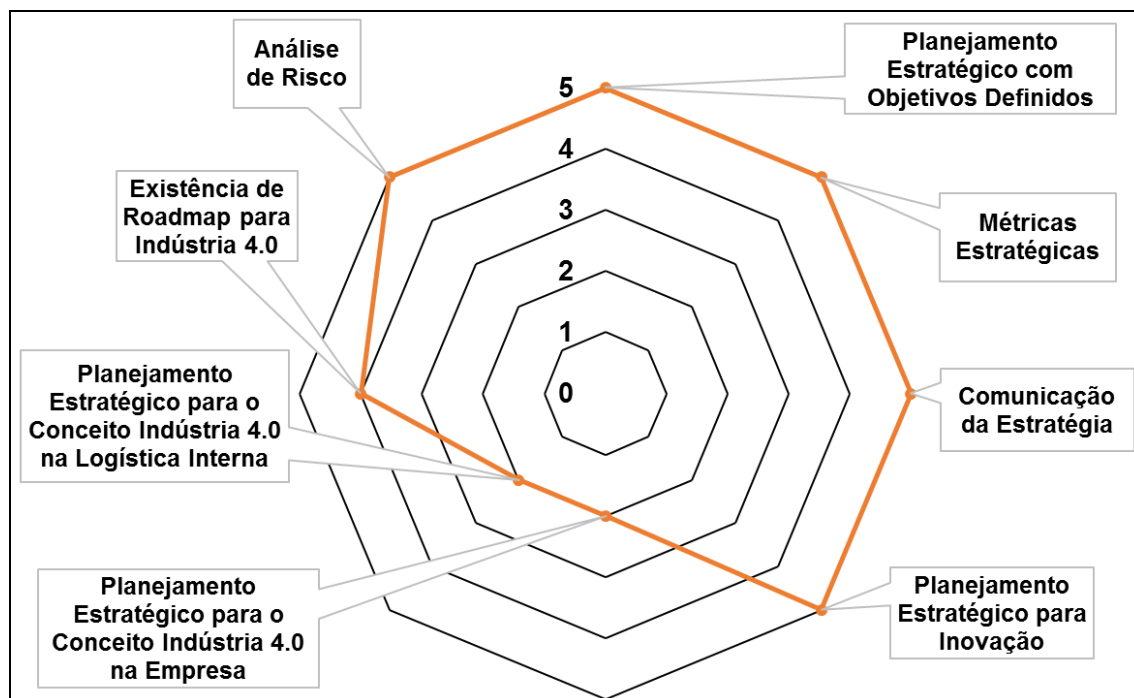
ANEXO Z1 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DA PROPRIEDADE DIGITAL (TRATORES)



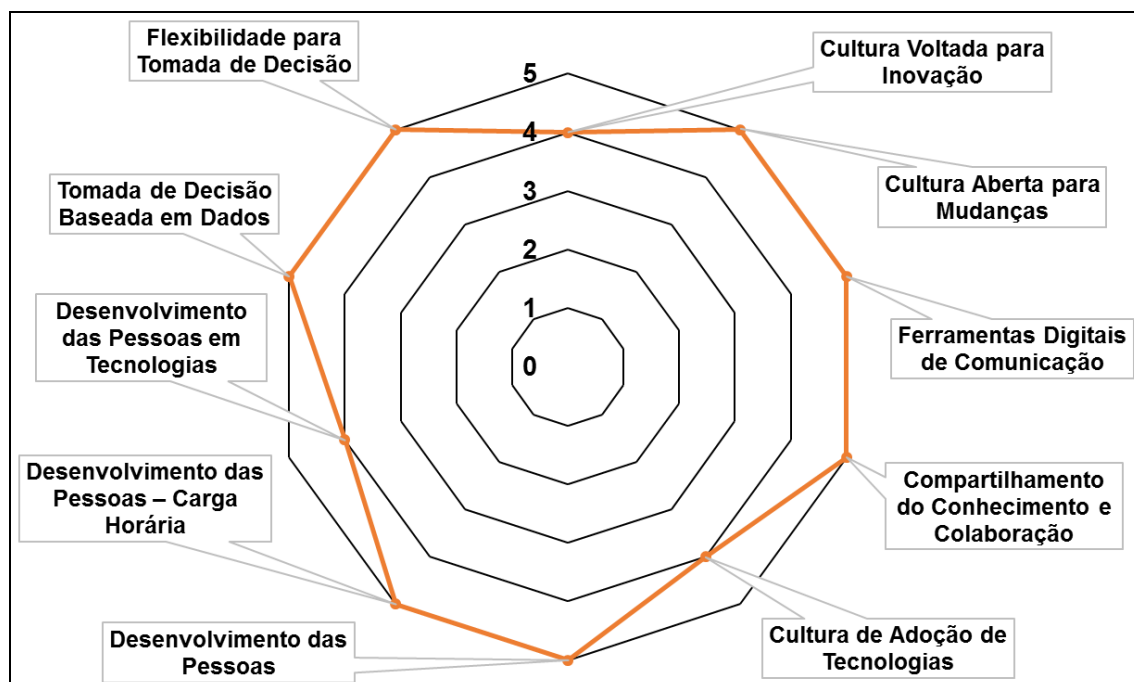
ANEXO A2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA DIMENSÃO ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)

Dimensão: Estratégia, Cultura e Estrutura Organizacional										
Sub dimensões										
	Q1.2	Q1.3.1	Q1.4	Q1.5	Q1.6	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Média Aritmética	
1	Estratégia Corporativa	Planejamento Estratégico com Objetivos Definidos	Métricas Estratégicas	Comunicação da Estratégia	Planejamento Estratégico para Inovação	Planejamento Estratégico para o Conceito Indústria 4.0 na Empresa	Planejamento Estratégico para o Conceito Indústria 4.0 na Logística Interna	Existência de Roadmap para Indústria 4.0	Análise de Risco	4,13
		5	5	5	5	2	2	4	5	4,13
2	Cultura Organizacional	Cultura Voltada para Inovação	Cultura Aberta para Mudanças	Ferramentas Digitais de Comunicação	Compartilhamento do Conhecimento e Colaboração	Cultura de Adoção de Tecnologias	Desenvolvimento das Pessoas	Desenvolvimento das Pessoas – Carga Horária	Tomada de Decisão Baseada em Dados	Média Aritmética
		4	5	5	5	4	5	5	5	4,70
3	Estrutura Organizacional	Definição Clara da Estrutura Organizacional	Estrutura Organizacional Voltada para Novas Tecnologias	Estrutura Organizacional Voltada para Indústria 4.0	Colaboradores Flexíveis	Compartilhamento de Decisões em Tempo Real	Colaboração entre Áreas	Colaboração Digital		Média Aritmética
		5	5	5	4	5	5	5	5	4,86
4	Modelo de Operação	Flexibilidade do Modelo de Operação	Utilização de Roadmap	Velocidade para o compartilhamento das Adaptações	Impacto de Novas Tecnologias	Apoio de Novas Tecnologias – Comunicação em Tempo Real	Apoio de Tecnologias – Comunicação em Tempo Real	Apoio de Tecnologias – Atuação Colaborativa		Média Aritmética
		5	1	5	4	5	5	5	5	4,17

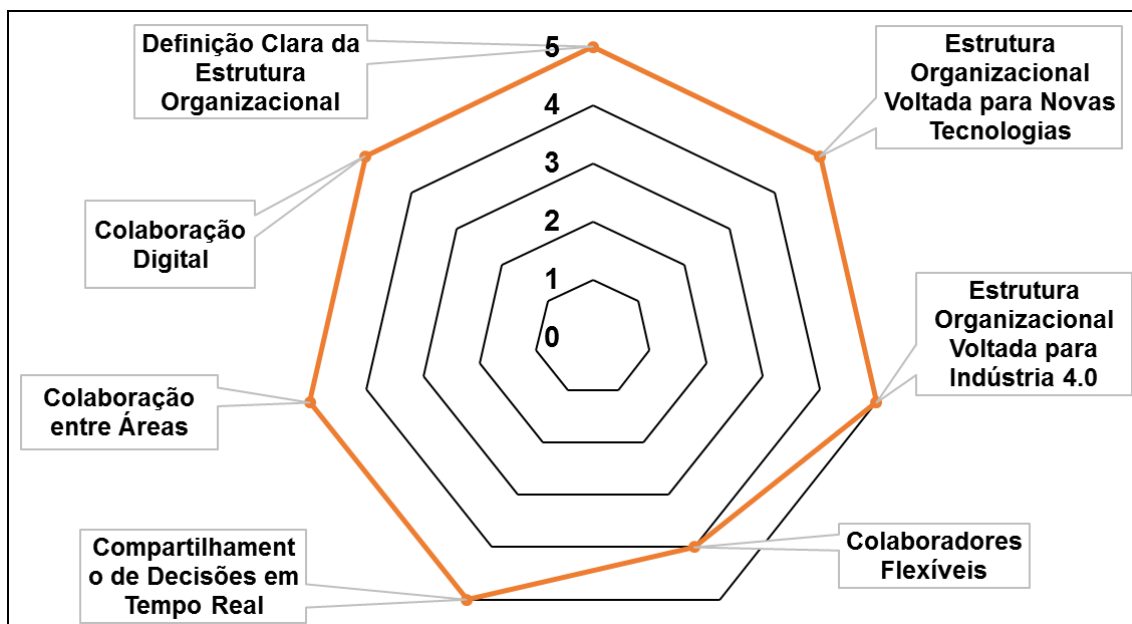
ANEXO B2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ESTRATÉGIA CORPORATIVA (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



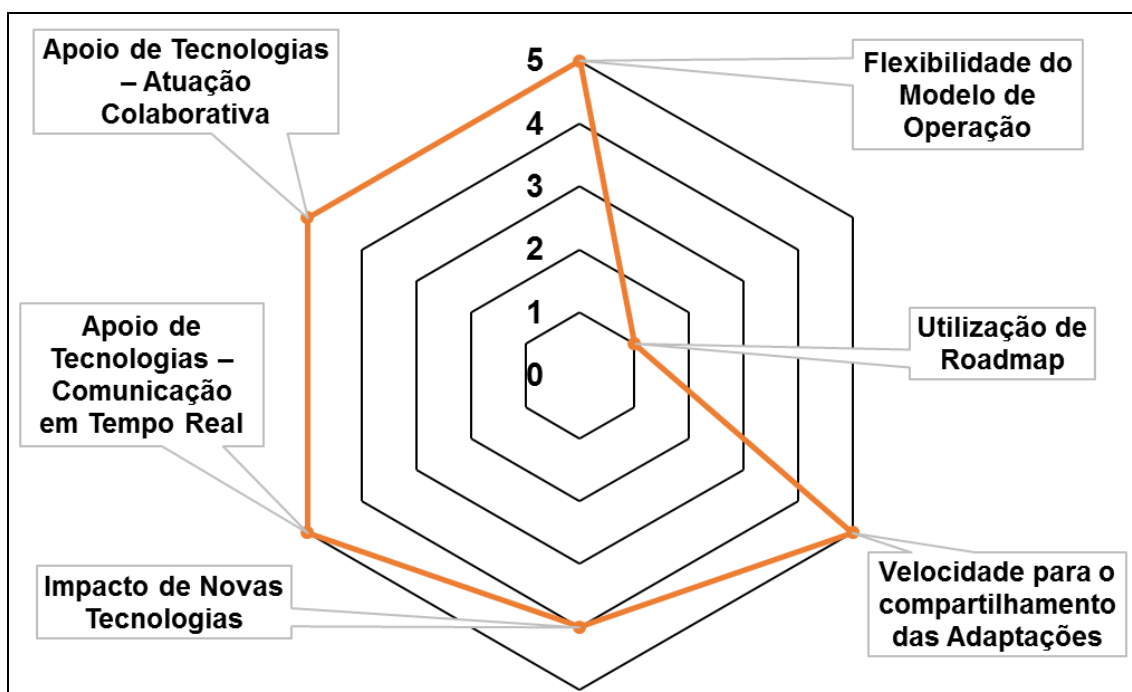
ANEXO C2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO CULTURA ORGANIZACIONAL (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



ANEXO D2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ESTRUTURA ORGANIZACIONAL (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



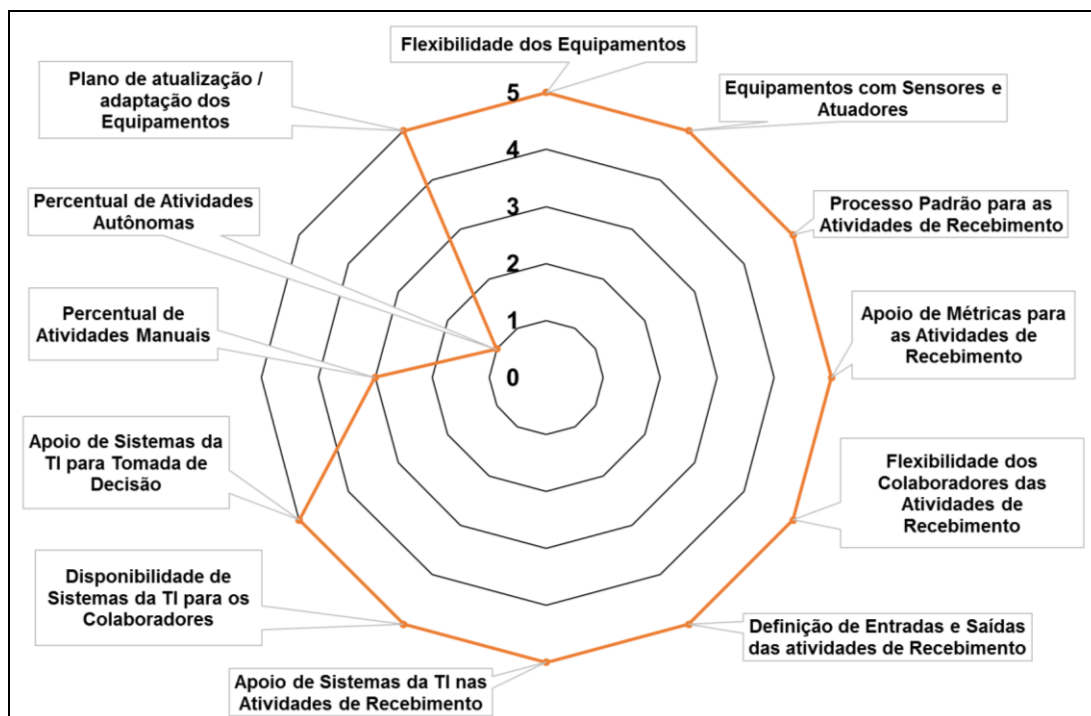
ANEXO E2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO MODELO DE OPERAÇÃO (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



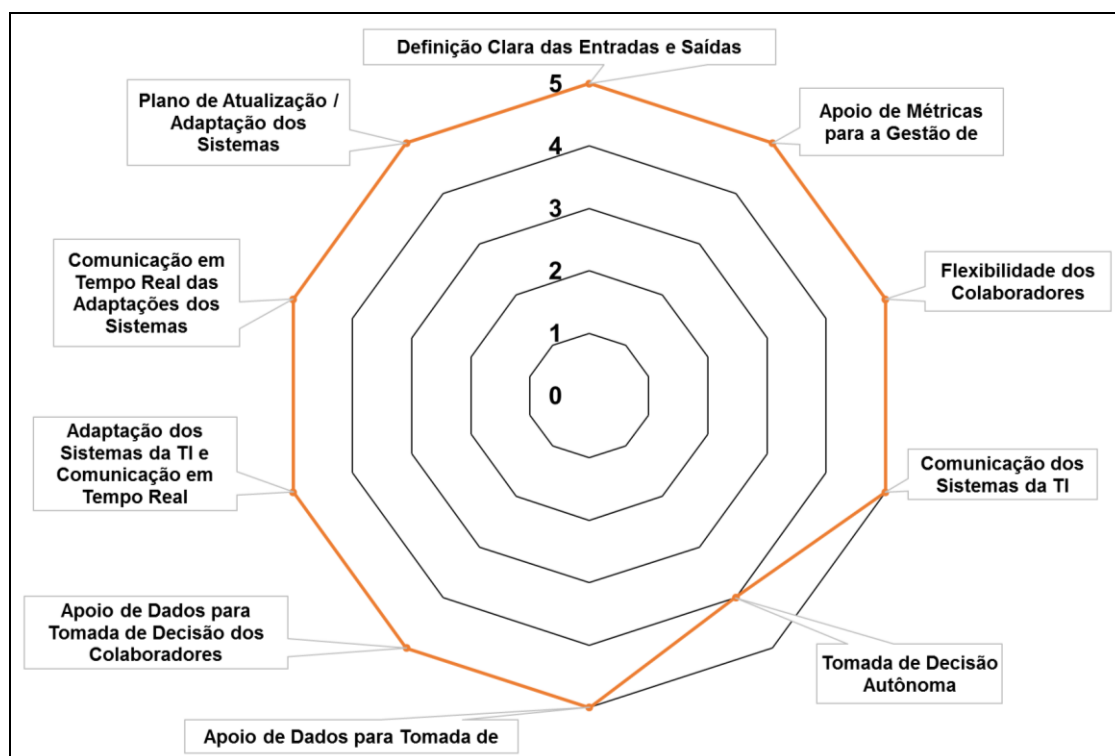
ANEXO F2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA DIMENSÃO INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)

Dimensão: Infraestrutura das Atividades da Logística Interna														
Sub dimensões		Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6	Q2.7	Q2.8	Q2.9	Q2.10	Q2.11	Q2.12	Média Aritmética
1	Recebimento de Materiais	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	1	5	4,50
		Q2.13	Q2.14	Q2.15	Q2.16	Q2.17	Q2.18	Q2.19	Q2.20	Q2.21	Q2.22			
2	Gerenciamento de Estoques	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	Plano de Atualização / Adaptação dos Sistemas		Média Aritmética
		Q2.23	Q2.24	Q2.25	Q2.26	Q2.27	Q2.28	Q2.29	Q2.30	Q2.31	Q2.32	Q2.33	Q2.34	4,90
3	Movimentação e Manuseio de Materiais	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	1	5	Média Aritmética
		Q2.35	Q2.36	Q2.37	Q2.38	Q2.39	Q2.40	Q2.41	Q2.42	Q2.43	Q2.44	Q2.45	Q2.46	4,50
4	Armazenagem	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	1	5	Média Aritmética
		Q2.47	Q2.48	Q2.49	Q2.50	Q2.51	Q2.52	Q2.53	Q2.54	Q2.55	Q2.56	Q2.57	Q2.58	4,58
5	Coleta de Materiais	4	4	5	5	2	5	5	5	5	2	1	5	Média Aritmética
		Q2.59	Q2.60	Q2.61	Q2.62	Q2.63	Q2.64	Q2.65	Q2.66	Q2.67	Q2.68	Q2.69	Q2.70	4,00
6	Embalagem	1	1	5	5	2	5	5	5	5	1	1	4	Média Aritmética
		Q2.71	Q2.72	Q2.73	Q2.74	Q2.75	Q2.76	Q2.77	Q2.78	Q2.79	Q2.80	Q2.81	Q2.82	3,33
7	Expedição	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	1	5	Média Aritmética
		Q2.83	Q2.84	Q2.85	Q2.86	Q2.87	Q2.88	Q2.89	Q2.90	Q2.91	Q2.92	Q2.93	Q2.94	4,58

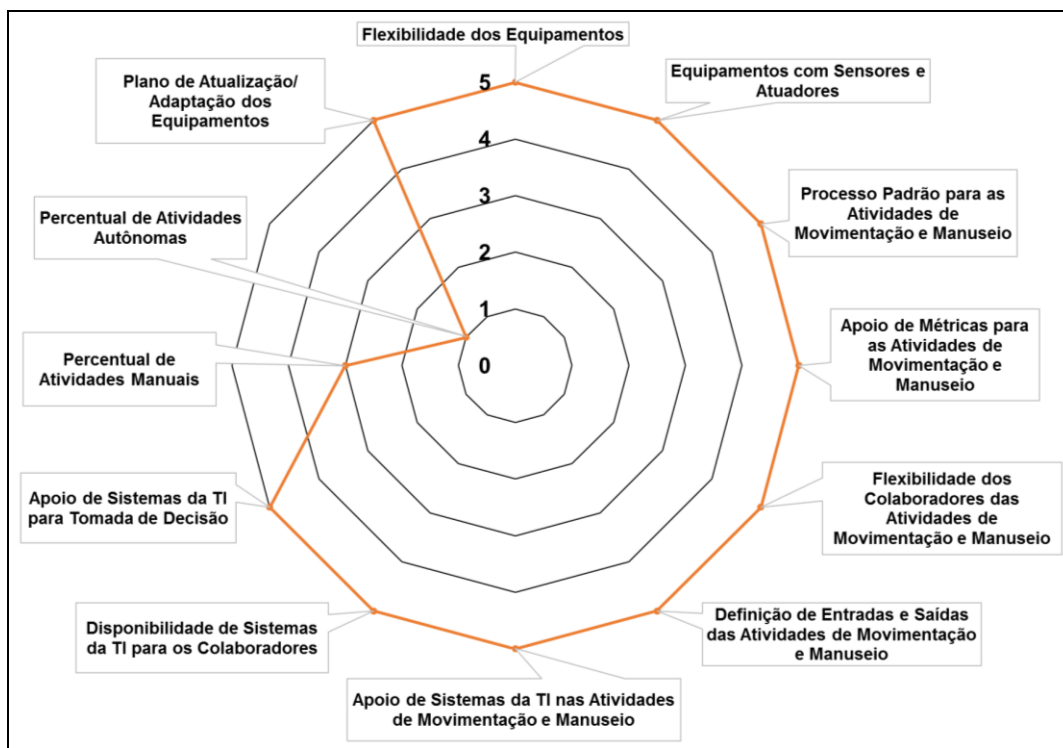
ANEXO G2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO RECEBIMENTO DE MATERIAIS (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



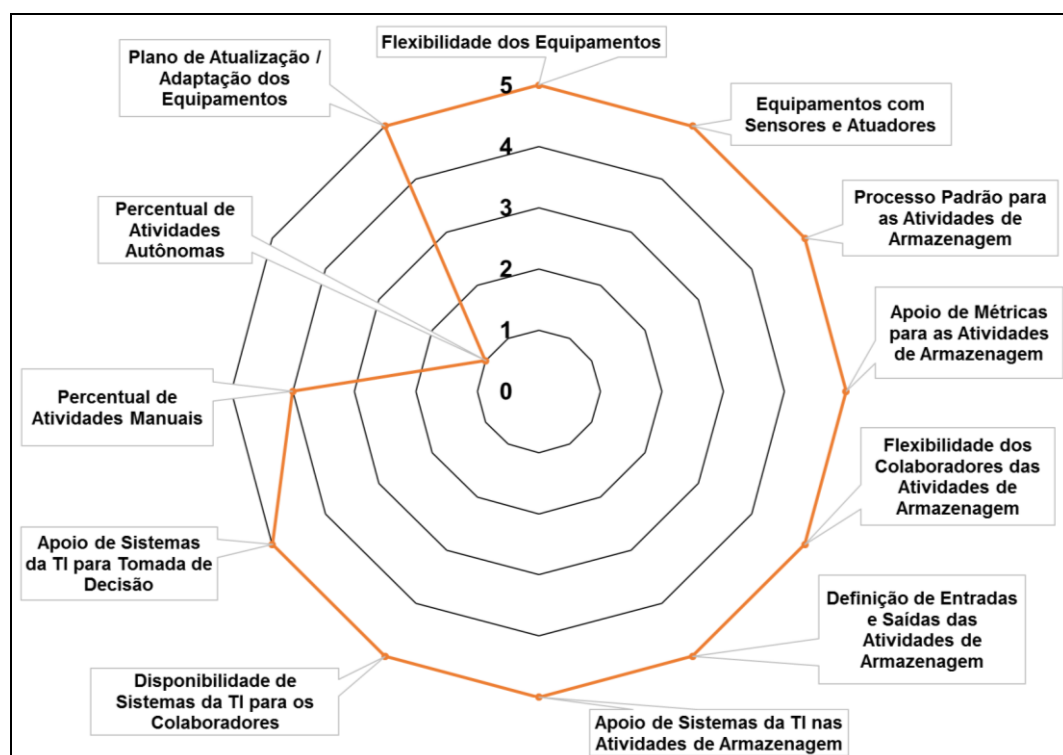
ANEXO H2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



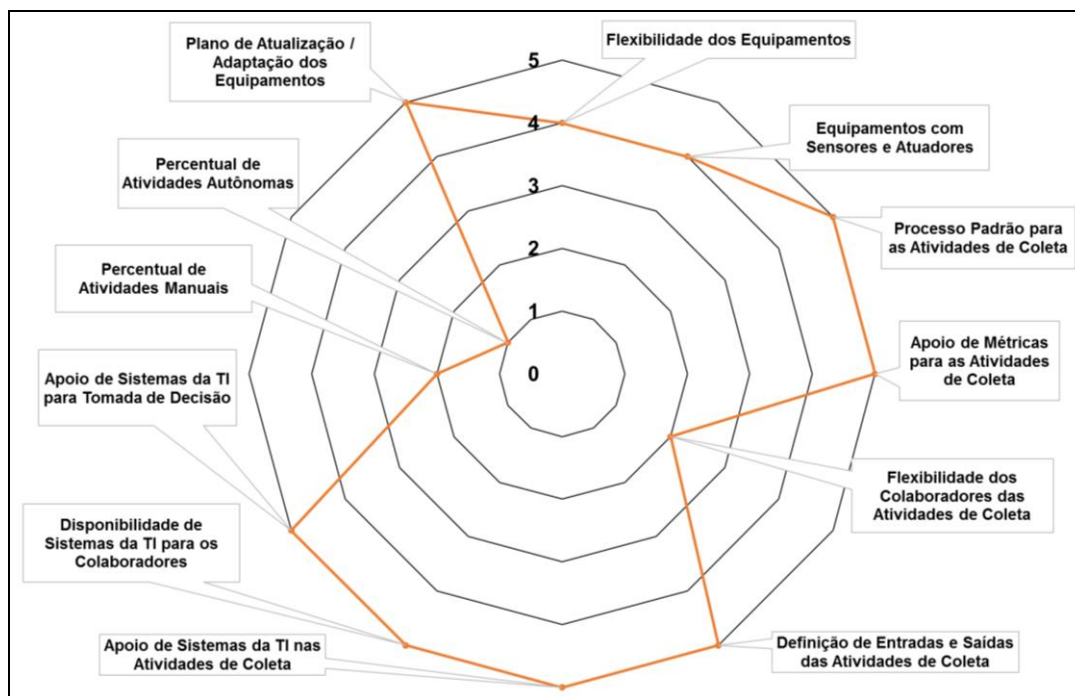
ANEXO I2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO DE MATERIAIS (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



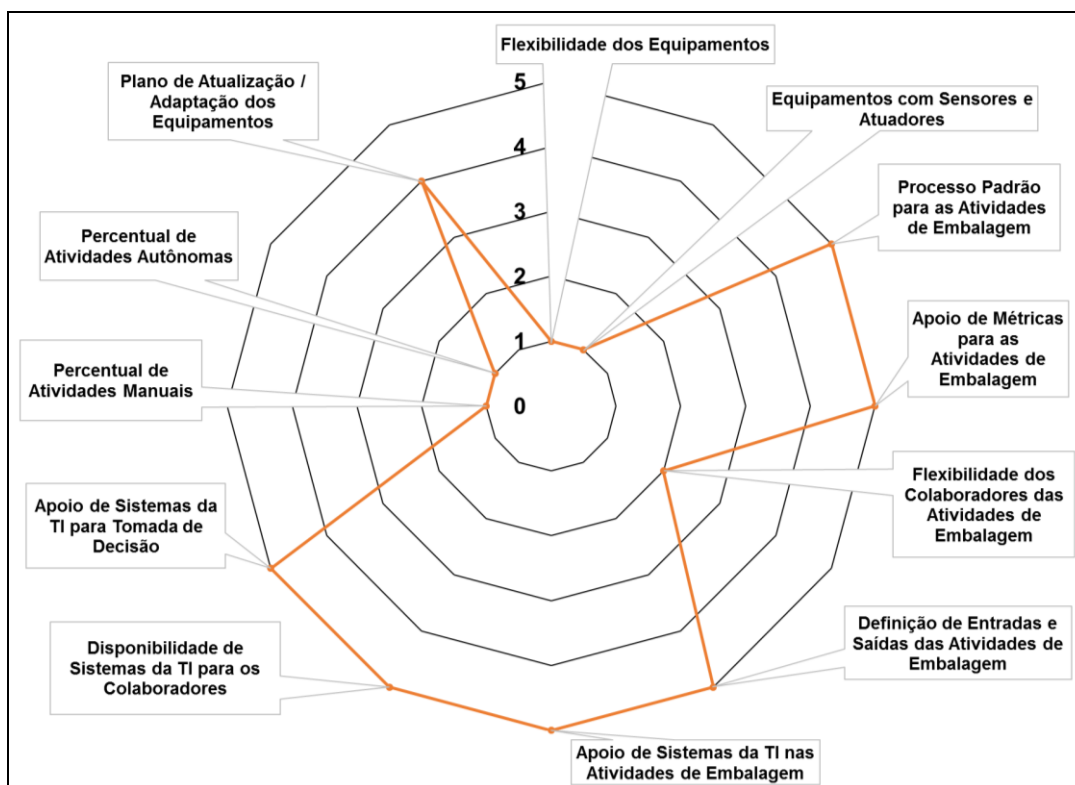
ANEXO J2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO ARMAZENAGEM (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



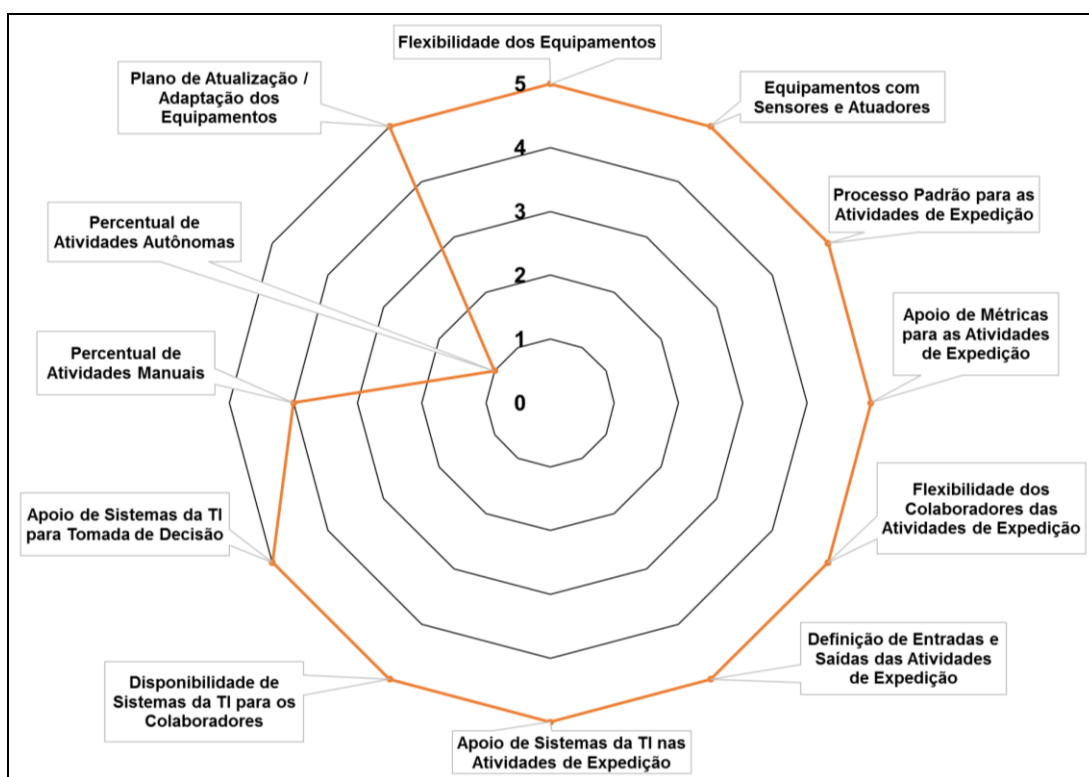
ANEXO K2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO COLETA DE MATERIAIS (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



ANEXO L2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO EMBALAGEM (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



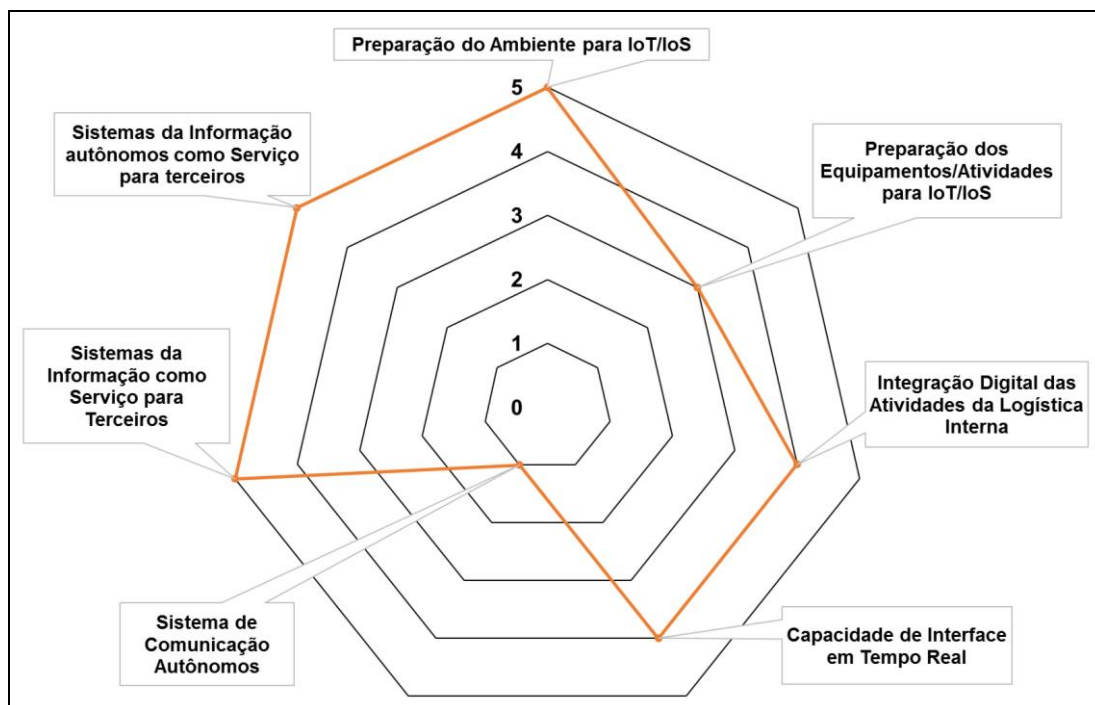
ANEXO M2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO EXPEDIÇÃO (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



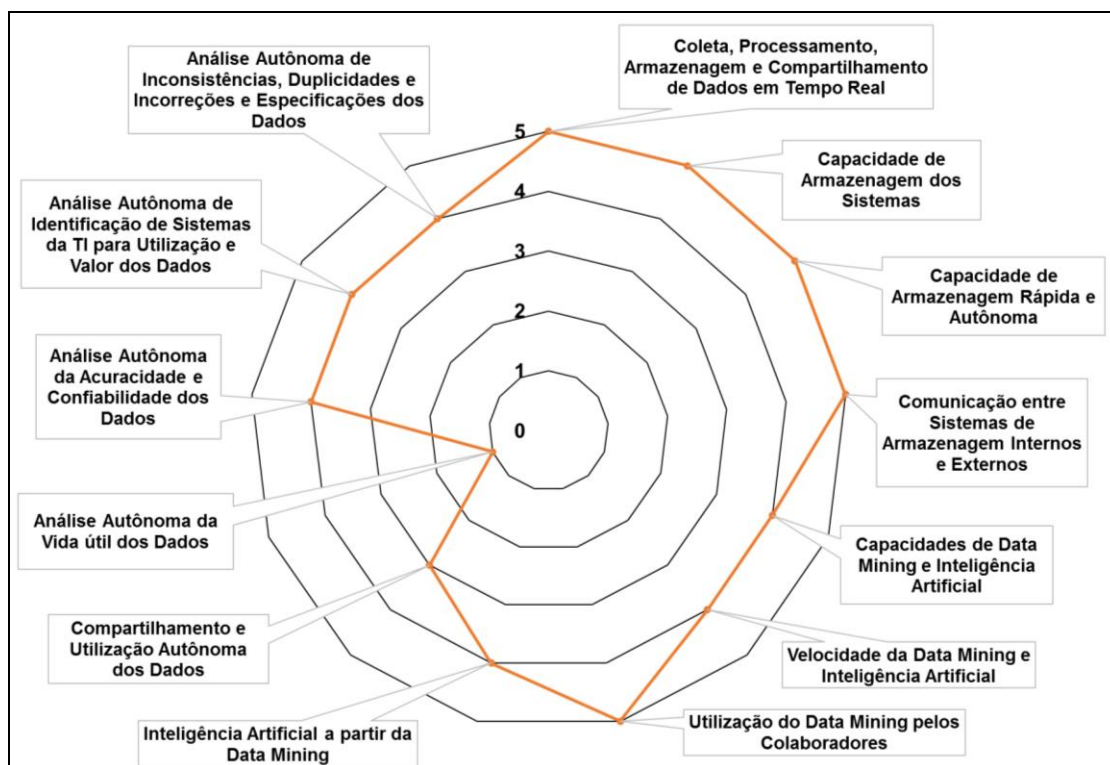
ANEXO N2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA DIMENSÃO ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)

Sub dimensões		Dimensão: Arquitetura das Tecnologias da Informação e Comunicação										Média Aritmética
		Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6	Q3.7	Q3.8	Q3.9	Q3.10	
1	IoT / IoS	Preparação do Ambiente para IoT/IoS	Preparação dos Equipamentos/Atividades para IoT/IoS	Integração Digital das Atividades da Logística Interna	Capacidade de Interface em Tempo Real	Sistema de Comunicação Autônomos	Sistemas de Informação como Serviço para Terceiros	Sistemas de Informação autônomos como Serviço para terceiros	Q3.20	Q3.21	3,86	
2	Big Data / Data Mining / Inteligência Artificial	Coleta, Processamento, Armazenagem e Compartilhamento de Dados em Tempo Real	Capacidade de Armazenagem Rápida e Autônoma	Capacidades de Data Mining e Inteligência Artificial	Utilização do Data Mining pelos Colaboradores	Compartilhamento e Utilização Autônoma dos Dados	Análise Autônoma da Acuracidade e Confiabilidade dos Dados	Análise Autônoma de Identificação de Sistemas de TI para Utilização e Valor dos Dados	Q3.16	Q3.17	Média Aritmética	
3	Sistemas de Identificação e Comunicação	Padrão dos Sistemas de Identificação	Comunicação e Conectividade do Sistema de Identificação	Capacidade de Armazenagem de Dados do Sistema de Identificação	Permanência do Sistema de Identificação no Objeto	Inclusão de Novas Informações no Sistema de Identificação	Transmissão de Dados do Sistema de Identificação	Conectividade do Sistema de Identificação com Sensores e Atuadores	Q3.22	Q3.23	3,86	
4	Objetos Inteligentes	Objetos com Identificação Única e Conectividade	Objetos com Capacidade de Autoaprendizagem e Tomada de Decisão Orientada por Dados	Objetos com Capacidade de Controlar o Ambiente	Existência de Ambientes Inteligentes	Preparo de Ambientes para se Tornarem Inteligentes	Objetos com Capacidade de Auto adaptabilidade	Planejamento Estratégico para Transformação de Objetos Inteligentes	Q3.29	Q3.30	Média Aritmética	
5	Sistemas Físico-Cibernéticos	Existência de Computadores Embarcados (Controladores)	Conectividade do Equipamento (Computadores Embarcados) com a Rede	Conectividade do Equipamento (Computadores Embarcados) com Outros Equipamentos	Comunicação dos Sistemas de Informação e Comunicação com Objetos	Equipamentos com Sensores e Atuadores	Preparo dos Equipamentos para Receberem Sensores e Atuadores	Existência de Equipamentos Autônomos	Q3.37	Q3.38	2,88	
6	Sistemas de Visualização de Dados e Tomada de Decisão	Auxílio de Visualização para Tomada de Decisão	Presença ou Preparo das Atividades para Utilização de Sistemas Automatizados de Visualização	Treinamento dos Colaboradores sobre Interpretação dos Sistemas de Visualização	Utilização de Sistemas de Visualização de Maneira Padrão pelos Colaboradores	Percentual de Aplicação de Sistemas de Visualização de Maneira Padrão pelas Atividades	Conectividade dos Sistemas de Visualização com outros Sistemas	Presença de Sistemas de Realidade Aumentada / Realidade Virtual	Q3.44	Q3.45	Média Aritmética	
7	Segurança da Informação e da Propriedade Digital	Existência e Comunicação das Políticas da Informação	Existência de Softwares para Segurança da Informação	Utilização de Sistemas de Segurança da Informação em Dispositivos Pessoais	Impacto dos Sistemas de Segurança na Velocidade das Atividades Digitais	Auxílio dos Sistemas de Segurança para a Proteção de Sistemas em Nuvem	Frequência de Atualização e Checagem dos Sistemas de Segurança da Informação	Planos de Investimentos em Segurança da Informação	Q3.53	Q3.54	4,11	

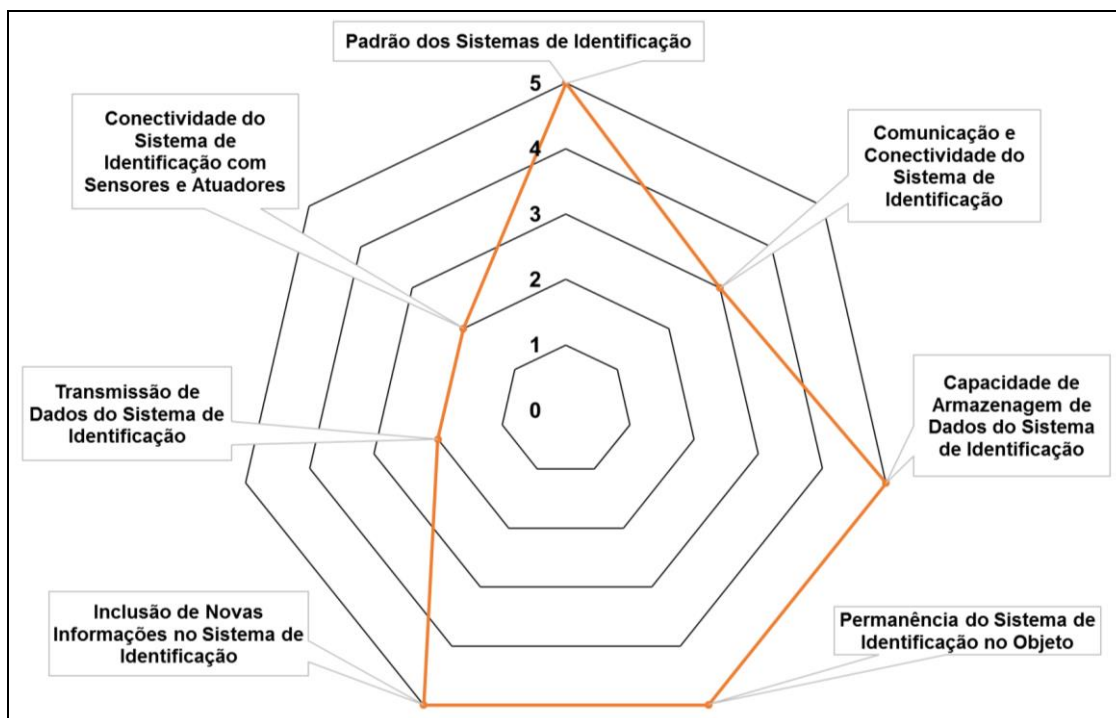
ANEXO O2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTERNET DAS COISAS / INTERNET DE SERVIÇOS (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



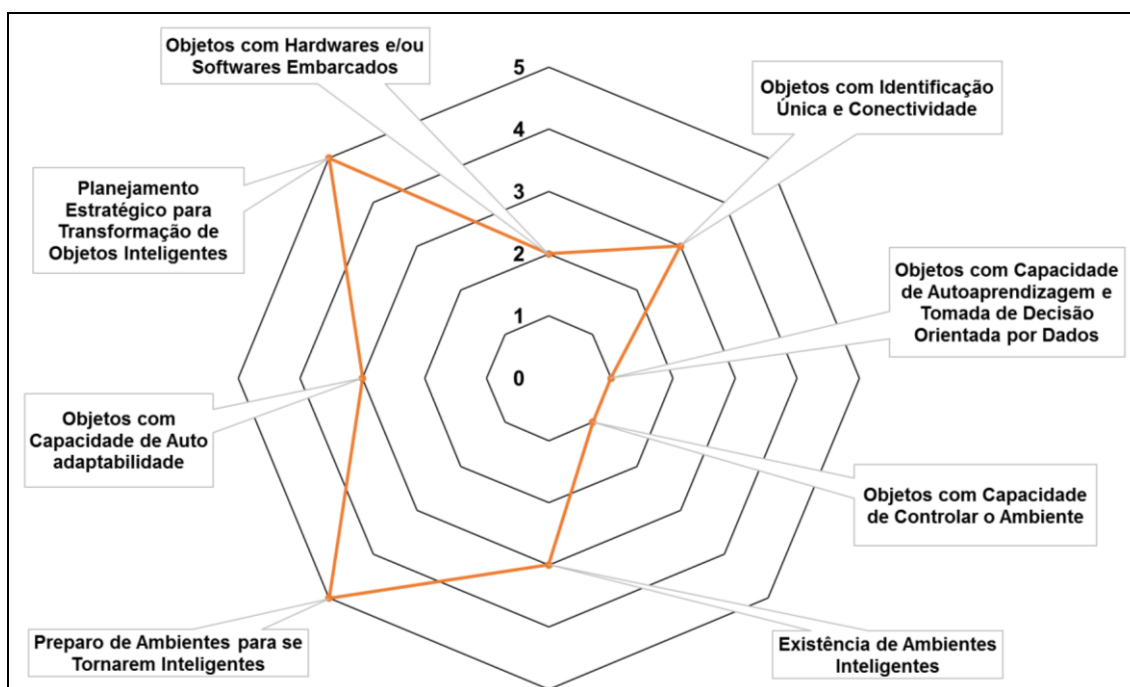
ANEXO P2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO BIG DATA / DATA MINING / INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



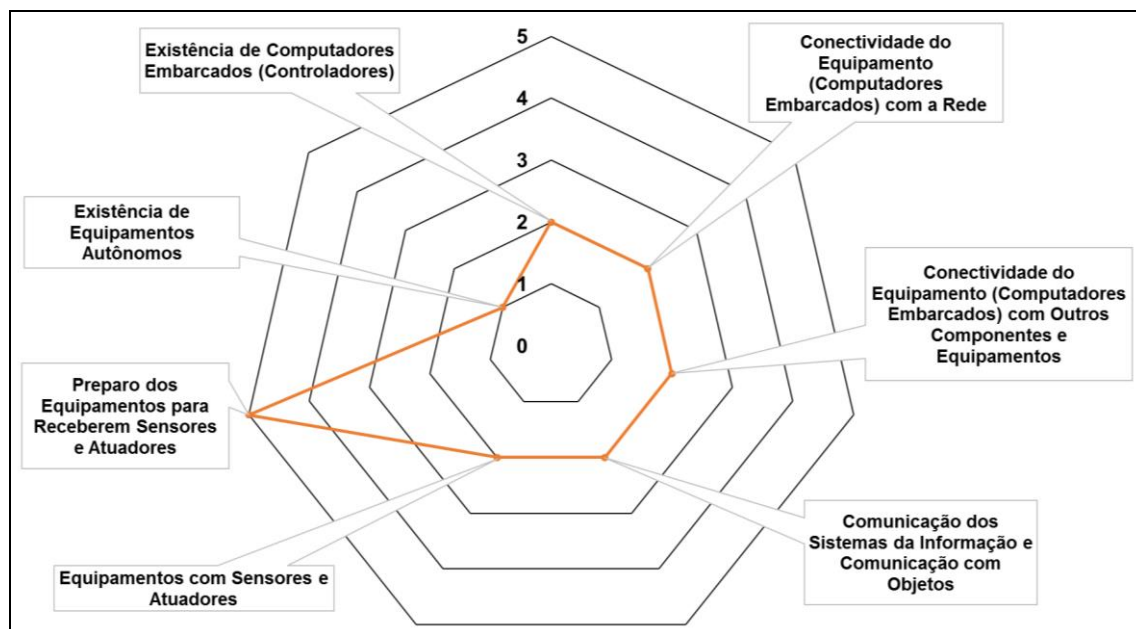
ANEXO Q2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO E COMUNICAÇÃO (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



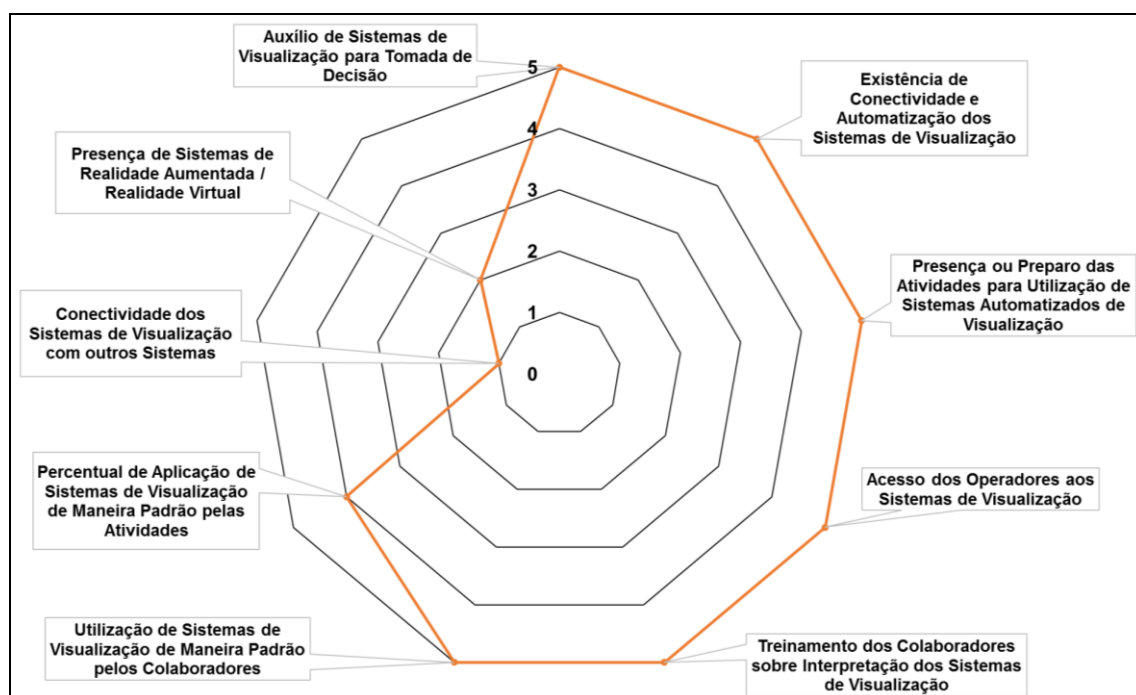
ANEXO R2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO OBJETOS INTELIGENTES (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



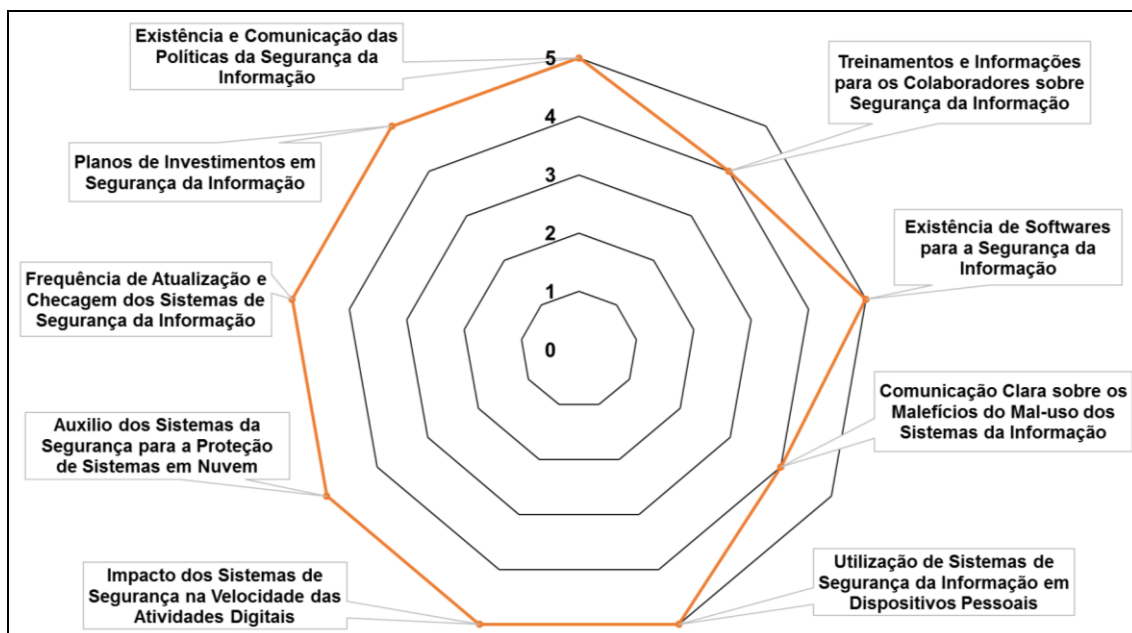
ANEXO S2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



ANEXO T2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS E TOMADA DE DECISÃO (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



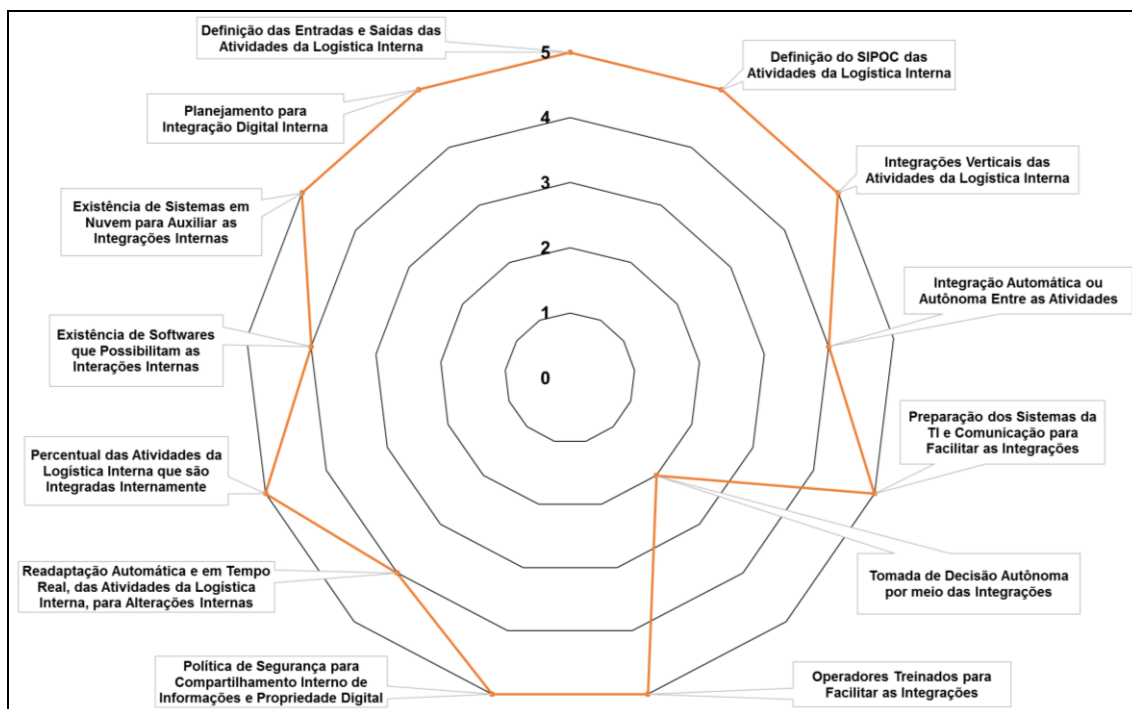
ANEXO U2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DA PROPRIEDADE DIGITAL (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



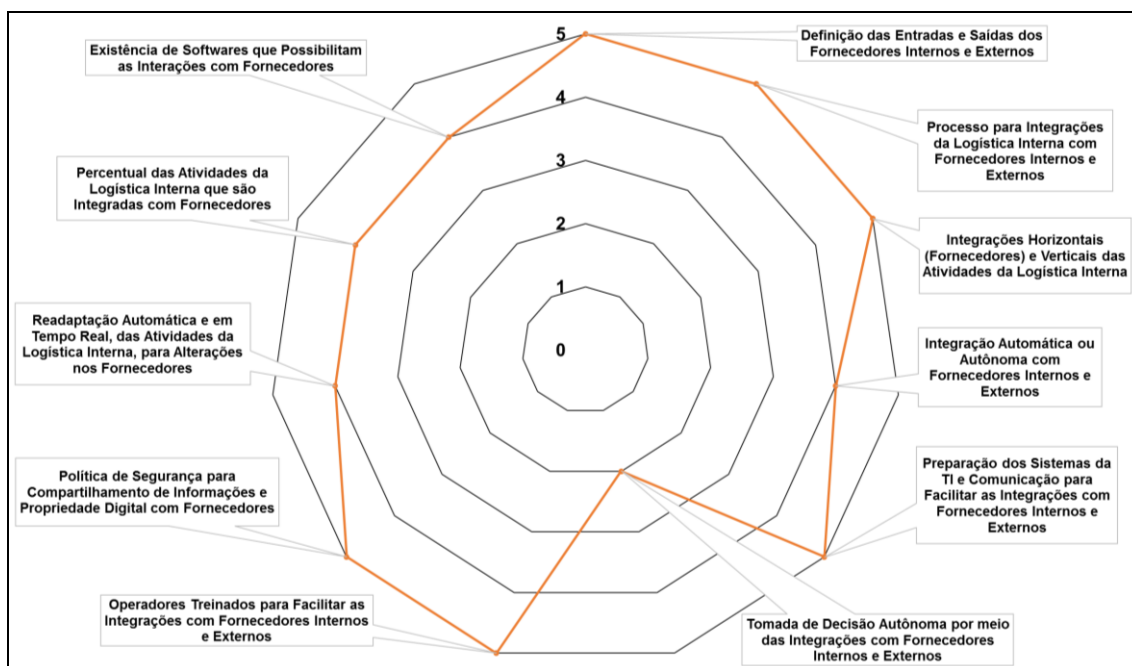
ANEXO V2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA DIMENSÃO INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)

Dimensão: Integração entre Tecnologias, Processos e Parceiros de Negócio															
Sub dimensões															
	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4	Q4.5	Q4.6	Q4.7	Q4.8	Q4.9	Q4.10	Q4.11	Q4.12	Q4.13	Média Aritmética	
1	Integração com Processos Internos e Externos	Definição das Entradas e Saídas das Atividades da Logística Interna	Definição do SIPOC das Atividades da Logística Interna	Integrações Verticais das Atividades da Logística Interna	Integração Automática ou Autônoma Entre as Atividades	Preparação dos Sistemas de TI e Comunicação para Facilitar as Integrações	Tomada de Decisão Autônoma por meio das Integrações	Operadores Treinados para Facilitar as Integrações	Política de Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital	Readação Automática e em Tempo Real das Atividades da Logística Interna, para Alterações Internas	Percentual das Atividades da Logística Interna que são Integradas Internamente	Existência de Softwares que Possibilitam as Interações Internas	Existência de Sistemas em Nuvem para Auxiliar as Integrações Internas	Planejamento para Integração Digital Interna	4,54
		Q4.14	Q4.15	Q4.16	Q4.17	Q4.18	Q4.19	Q4.20	Q4.21	Q4.22	Q4.23	Q4.24	Q4.25	Q4.26	5
2	Integração com Fornecedores Internos e Externos	Definição das Entradas e Saídas dos Fornecedoros Internos e Externos	Processo para Integrações da Logística Interna com Fornecedoros Internos e Externos	Integrações Horizontais (Fornecedoros) e Verticais das Atividades da Logística Interna	Integração Automática ou Autônoma com Fornecedoros Internos e Externos	Preparação dos Sistemas de TI e Comunicação para Facilitar as Integrações com Fornecedoros Internos e Externos	Tomada de Decisão Autônoma por meio das Integrações com Fornecedoros Internos e Externos	Operadores Treinados para Facilitar as Integrações com Fornecedoros Internos e Externos	Política de Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital com Fornecedoros	Readação Automática e em Tempo Real das Atividades da Logística Interna, para Alterações nos Fornecedoros	Percentual das Atividades da Logística Interna que são Integradas com Fornecedoros	Existência de Softwares que Possibilitam as Interações com Fornecedoros	Existência de Sistemas em Nuvem para Auxiliar as Integrações com Fornecedoros	Planejamento para Integração Digital com Fornecedoros	Média Aritmética
		Q4.27	Q4.28	Q4.29	Q4.30	Q4.31	Q4.32	Q4.33	Q4.34	Q4.35	Q4.36	Q4.37	Q4.38	Q4.39	5
3	Integração com Clientes Internos e Externos	Definição das Entradas e Saídas dos Clientes Internos e Externos	Processo para Integrações da Logística Interna com Clientes Internos e Externos	Integrações Horizontais (Clientes) e Verticais das Atividades da Logística Interna	Integração Automática ou Autônoma com Clientes Internos e Externos	Preparação dos Sistemas de TI e Comunicação para Facilitar as Integrações com Clientes Internos e Externos	Tomada de Decisão Autônoma por meio das Integrações com Clientes Internos e Externos	Operadores Treinados para Facilitar as Integrações com Clientes Internos e Externos	Política de Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital com Clientes	Readação Automática e em Tempo Real das Atividades da Logística Interna, para Alterações nos Clientes	Percentual das Atividades da Logística Interna que são Integradas com Clientes	Existência de Softwares que Possibilitam as Interações com Clientes	Existência de Sistemas em Nuvem para Auxiliar as Integrações com Clientes	Planejamento para Integração Digital com Clientes	Média Aritmética
		Q4.40	Q4.41	Q4.42	Q4.43	Q4.44	Q4.45	Q4.46	Q4.47	Q4.48	Q4.49	Q4.50	Q4.51	Q4.52	5
4	Segurança da Informação e da Propriedade Digital	Política de Segurança para Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital Internas e Externas	Comunicação e Treinamento para Colaboradores Internos e Externos sobre Segurança da Informação	Existência de Política de Segurança da Informação de Fornecedoros e Clientes Externos	Integração entre as Políticas de Segurança da Informação	Nível de Preparo dos Softwares de Segurança da Logística Interna para as Integrações	Nível de Preparo dos Softwares de Segurança de Fornecedoros e Clientes Externos para as Integrações	Nível de Preparo dos Softwares de Segurança entre Todos os Softwares de Proteção Cibernética	Existência de Iniciais para Integrações entre Todos os Softwares de Proteção Cibernética	Existência de Softwares que Possibilitam as Interações com Clientes	Existência de Softwares que Possibilitam as Interações com Clientes	Existência de Sistemas em Nuvem para Auxiliar as Integrações com Clientes	Existência de Sistemas em Nuvem para Atender no Armazenamento em Nuvem	Softwares de Proteção em Nuvem	Média Aritmética
		Q4.40	Q4.41	Q4.42	Q4.43	Q4.44	Q4.45	Q4.46	Q4.47	Q4.48	Q4.49	Q4.50	Q4.51	Q4.52	5

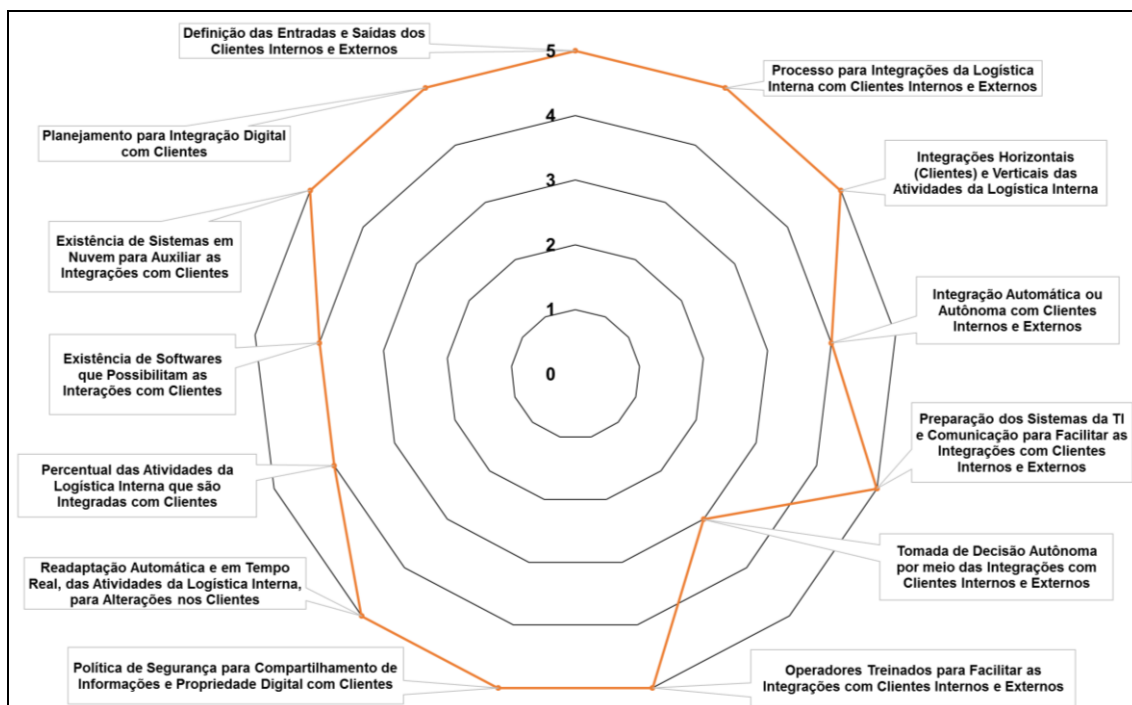
ANEXO W2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM PROCESSOS INTERNOS E EXTERNOS (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



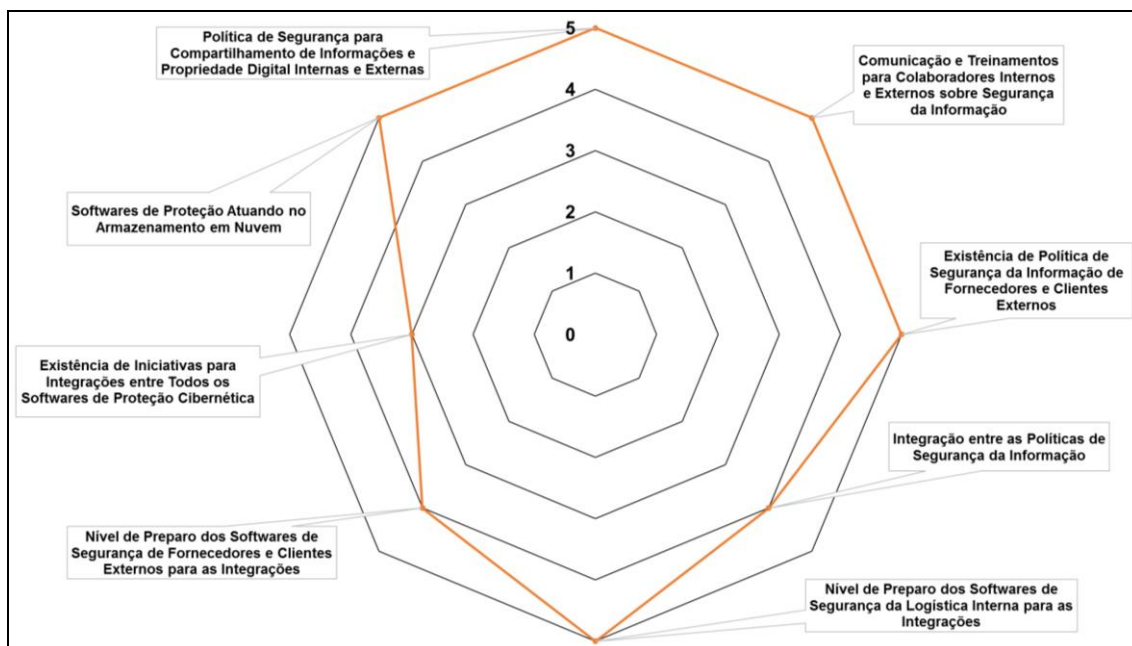
ANEXO X2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM FORNECEDORES INTERNOS E EXTERNOS (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



ANEXO Y2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO INTEGRAÇÃO COM CLIENTES INTERNOS E EXTERNOS (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



ANEXO Z2 – RESULTADOS DAS VARIÁVEIS DA SUBDIMENSÃO SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DA PROPRIEDADE DIGITAL (CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS)



APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES E SUBDIMENSÕES

DIMENSÃO 1 - ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL SUBDIMENSÃO: ESTRATÉGIA CORPORATIVA

Q1.1- Quais são as atividades da logística interna?	
<input type="checkbox"/> Recebimento de Materiais <input type="checkbox"/> Gerenciamento de Estoques <input type="checkbox"/> Movimentação e Manuseio de Materiais <input type="checkbox"/> Armazenagem de Materiais	<input type="checkbox"/> Coleta de Materiais <input type="checkbox"/> Embalagem <input type="checkbox"/> Expedição <input type="checkbox"/> Outras: _____

Planejamento Estratégico com Objetivos Definidos

Q1.2- Todas as atividades da logística interna fazem parte da estratégia da organização, com objetivos claramente definidos e frequentemente revisados?				
Nenhuma faz parte.	A minoria faz parte, mas não possui objetivos claramente definidos.	A minoria faz parte e possui objetivos claramente definidos.	A maioria faz parte, mas não possui objetivos claramente definidos.	A maioria faz parte e possui objetivos claramente definidos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Métricas Estratégicas

Q1.3- Quais métricas são considerados estratégicas para as atividades da logística interna?				
<input type="checkbox"/> Acurácia do inventário <input type="checkbox"/> Disponibilidade de produtos para expedição (%) <input type="checkbox"/> Disponibilidade de materiais para produção (%)				
<input type="checkbox"/> Lotes entregues/minuto (hora) <input type="checkbox"/> Outras: _____				
Q1.3.1- Todas as métricas das atividades da logística interna podem ser suportadas ou melhoradas com a implantação do conceito Indústria 4.0?				
Nenhuma delas.	25% das métricas podem ser suportadas ou melhoradas com a implantação do conceito Indústria 4.0.	50% das métricas podem ser suportadas ou melhoradas com a implantação do conceito Indústria 4.0.	75% das métricas podem ser suportadas ou melhoradas com a implantação do conceito Indústria 4.0.	Todas métricas podem ser suportadas ou melhoradas com a implantação do conceito Indústria 4.0.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Comunicação da Estratégia

Q1.4- As métricas e resultados estratégicos são comunicados a todos os níveis de colaboradores?				
Não são comunicados.	São comunicados para a minoria, informalmente.	São comunicados para a maioria, informalmente.	São comunicados para a minoria, formalmente.	São comunicados para a maioria, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Planejamento Estratégico Para Inovação

Q1.5- A estratégia da empresa inclui um plano de inovação tecnológica para os próximos 2 a 5 anos, para as atividades da logística interna, formalmente estabelecido?				
<i>Definições: Inovação tecnológica pode ser considerada como toda inovação voltada a equipamentos e sistemas (hardwares e softwares) que possuam tecnologias de ponta.</i>				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria, informalmente.	Sim, para a minoria, formalmente.	Sim, para a maioria, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Planejamento Estratégico para o Conceito Indústria 4.0 na Empresa

Q1.6- Consta da estratégia da empresa a introdução do conceito Indústria 4.0 nos próximos 5 anos?				
Não, a empresa ainda não entende o conceito da Indústria 4.0.	Não, mas a já iniciou pesquisas em setores isolados sobre o conceito Indústria 4.0.	Não, mas realiza reuniões frequentes, abordando o tema em todos os níveis da organização.	Sim, e está estruturando o <i>roadmap</i> para a implantação do conceito em toda a cadeia de valor.	Sim, e já tem um <i>roadmap</i> com um plano de implantação do conceito para os próximos 5 anos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Planejamento Estratégico para o Conceito Indústria 4.0 na Logística Interna

Q1.7- Se a resposta da Q1.6 foi 4 ou 5. O plano estratégico de introdução do conceito Indústria 4.0 contempla todas as atividades da logística interna, de maneira detalhada/formal, para os próximos 5 anos e com planos de investimentos?

Não.	Sim, a minoria das atividades, de maneira informal e sem planos de investimentos.	Sim, a maioria das atividades, de maneira informal e sem planos de investimentos.	Sim, a minoria das atividades, de maneira formal e com planos de investimentos	Sim, a maioria das atividades, de maneira formal e com planos de investimentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Roadmap para Indústria 4.0

Q1.8- Existe um roteiro (*roadmap*) e uma priorização de implantação / monitoramento, com revisões frequentes, dos fatores críticos de sucesso da logística interna que se baseiam no conceito indústria 4.0?

Não.	Sim, para a minoria dos fatores críticos, sem priorização e revisões frequentes.	Sim, para a maioria dos fatores críticos, sem priorização e revisões frequentes.	Sim, para a minoria dos fatores críticos, com priorização e revisões frequentes.	Sim, para a maioria dos fatores críticos, com priorização e revisões frequentes.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Análise de Risco

Q1.9- Existe uma análise de risco (ex: *SWOT*) das atividades da logística interna, onde sejam avaliados os riscos da implantação das inovações tecnológicas e quais os riscos referentes à não implantação?

Não.	Sim, para até 25% das atividades de maneira informal.	Sim, para até 50% das atividades de maneira informal.	Sim, para até 75% das atividades de maneira formal.	Sim, para todas as atividades de maneira formal.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 1 – ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL
SUBDIMENSÃO: CULTURA ORGANIZACIONAL

Cultura Voltada para Inovação

Q1.10- A empresa tem como cultura incentivar e adotar práticas inovadoras, em atividades como na logística interna, mesmo que essas práticas propiciem uma mudança em seu modelo de operação?

Não.	Sim, para a minoria das atividades, de maneira informal.	Sim, para a maioria das atividades, de maneira informal.	Sim, para a minoria das atividades, de maneira formal.	Sim, para todas as atividades, de maneira formal.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Cultura Aberta para Mudanças

Q1.11- A empresa possui uma cultura aberta para mudanças, inclusive em áreas como a logística interna, com ferramentas de comunicação, treinamento e gerenciamento dessas mudanças bem implementadas?

Não.	Sim, para a minoria das atividades, porém sem ferramentas de comunicação, treinamento e gerenciamento das mudanças.	Sim, para a maioria das atividades, porém sem ferramentas de comunicação, treinamento e gerenciamento das mudanças.	Sim, para a maioria das atividades e com ferramentas de comunicação, treinamento e gerenciamento das mudanças.	Sim, para todas as atividades e com ferramentas de comunicação, treinamento e gerenciamento das mudanças.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Ferramentas Digitais de Comunicação

Q1.12- A empresa possui canais e/ou ferramentas digitais estruturadas, nas atividades da logística interna, para a comunicação entre colaboradores e entre os parceiros de processos e negócios internos e externos?

Não.	Sim, para a minoria das atividades, e para a comunicação entre colaboradores internos.	Sim, para a maioria das atividades, e para a comunicação entre colaboradores internos.	Sim, para a minoria das atividades, e para a comunicação entre colaboradores internos e externos.	Sim, para todas as atividades, e para a comunicação entre colaboradores internos e externos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Compartilhamento do Conhecimento e Colaboração

Q1.13- Existe uma cultura de compartilhamento do conhecimento e colaboração entre os colaboradores da logística interna, outras áreas da empresa e parceiros externos?				
Não.	Sim, informalmente entre os colaboradores da logística interna.	Sim, formalmente entre os colaboradores da logística interna.	Sim, formalmente entre os colaboradores da logística interna, e com outras áreas da empresa.	Sim, formalmente entre todas as áreas internas e externas a empresa.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Cultura de Adoção de Tecnologias

Q1.14- Existe uma cultura de adoção das tecnologias da informação e comunicação, nas atividades da logística interna?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades da logística interna.	Sim, para até 50% das atividades da logística interna.	Sim, para até 75% das atividades da logística interna.	Sim, para todas as atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Desenvolvimento das Pessoas

Q1.15- Existe um processo formal relativo ao desenvolvimento técnico/profissional, para todos os colaboradores e em todos os níveis das atividades da logística interna?				
Não.	Sim, para até 25% das funções da logística interna.	Sim, para até 50% das funções da logística interna.	Sim, para até 75% das funções da logística interna.	Sim, para todas as funções da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Desenvolvimento das Pessoas – Carga Horária

Q1.16- Se a resposta da Q1.15 for de 2 a 5. Qual a carga horária relativa à treinamentos técnicos para os colaboradores da logística interna?				
No mínimo 10 horas anuais por colaborador.	No mínimo 30 horas anuais por colaborador.	No mínimo 50 horas anuais por colaborador.	No mínimo 70 horas anuais por colaborador.	No mínimo 100 horas anuais por colaborador.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Desenvolvimento das Pessoas em Tecnologias

Q1.17- Esse desenvolvimento técnico/profissional contempla a aprendizagem sobre a utilização de tecnologias nas atividades da logística interna?				
Não.	Sim, para até 25% das funções da logística interna.	Sim, para até 50% das funções da logística interna.	Sim, para até 75% das funções da logística interna.	Sim, para todas as funções da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Tomada de Decisão Baseada em Dados

Q1.18- Existe a cultura, nas atividades da logística interna, onde as tomadas de decisões, no nível operacional, são baseadas em dados/sistemas?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades da logística interna.	Sim, para até 50% das atividades da logística interna.	Sim, para até 75% das atividades da logística interna.	Sim, para todas as atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Flexibilidade para Tomada de Decisão

Q1.19- Existem níveis de autonomia entre as funções da logística interna, de modo que decisões possam ser tomadas sem a necessidade da consulta do líder imediato?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria das atividades da logística interna.	Sim, informalmente para a maioria das atividades da logística interna.	Sim, formalmente para a minoria das atividades da logística interna.	Sim, formalmente para todas as atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 1 - ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL
SUBDIMENSÃO: ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Definição Clara da Estrutura Organizacional

Q1.20- Existe uma definição clara da estrutura organizacional, das atividades da logística interna, bem como as competências e métodos de gestão?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria das atividades da logística interna.	Sim, formalmente para a minoria das atividades da logística interna.	Sim, informalmente para a maioria das atividades da logística interna.	Sim, formalmente para todas as atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Estrutura Organizacional Voltada para Novas Tecnologias

Q1.21- Existe uma estrutura voltada para a implantação e disseminação de novas tecnologias, para todas as atividades da logística interna?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria das atividades da logística interna.	Sim, informalmente para a maioria das atividades da logística interna.	Sim, formalmente para a minoria das atividades da logística interna.	Sim, formalmente para todas as atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Estrutura Organizacional Voltada para Indústria 4.0

Q1.22- As tecnologias presentes nas atividades da logística interna fazem ou podem fazer parte do conceito Indústria 4.0?				
Não.	Sim, até 25% das tecnologias.	Sim, até 50% das tecnologias.	Sim, até 75% das tecnologias.	Sim, todas as tecnologias.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Colaboradores Flexíveis

Q1.23- Existe uma comunidade de colaboradores flexíveis/multifuncionais para todas as atividades da logística interna?				
Não.	Sim, até 25% dos colaboradores são flexíveis ou multifuncionais.	Sim, até 50% dos colaboradores são flexíveis ou multifuncionais.	Sim, até 75% dos colaboradores são flexíveis ou multifuncionais.	Sim, todos os colaboradores são flexíveis ou multifuncionais.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Compartilhamento de Decisões em Tempo Real

Q1.24- As tomadas de decisões, das atividades da logística interna, são, ou podem ser, compartilhadas em tempo real, com todas as outras atividades da empresa, e em todos níveis e funções?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades da logística interna.	Sim, para até 50% das atividades da logística interna.	Sim, para até 75% das atividades da logística interna.	Sim, para todas as atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Colaboração entre Áreas

Q1.25- Existe uma colaboração (considerando equipamentos, informações, sistemas da TI e colaboradores) entre todas as atividades da logística interna, com outras áreas da empresa e com parceiros externos?				
<i>Definições: Contribuir colaborativamente significa que o modelo de operação das atividades da logística interna, constantemente realiza a troca de informações relevantes como melhorias, aprendizagens, possíveis riscos ou problemas, em tempo real, com as outras atividades da empresa.</i>				
Não.	Sim, informalmente entre as atividades da logística interna.	Sim, informalmente entre as atividades da logística interna e com outras áreas da empresa.	Sim, formalmente entre as atividades logística interna e outras áreas da empresa. Informalmente com parceiros externos.	Sim, formalmente entre as atividades da logística interna, outras áreas da empresa e parceiros externos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Colaboração Digital

Q1.26- Se a resposta da Q1.25 for de 2 a 5. Essa colaboração é realizada por meio eletrônico/digital e em tempo real?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades envolvidas.	Sim, para até 50% das atividades envolvidas.	Sim, para até 75% das atividades envolvidas.	Sim, para todas as atividades envolvidas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 1 - ESTRATÉGIA, CULTURA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL
SUBDIMENSÃO: MODELO DE OPERAÇÃO

Flexibilidade do Modelo de Operação

Q1.27- O modelo de operação das atividades da logística interna se adapta rapidamente as necessidades dos seus processos e as necessidades dos seus parceiros de processos internos e externos?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria das necessidades.	Sim, informalmente para a maioria das necessidades.	Sim, formalmente para a minoria das necessidades.	Sim, formalmente para todas as necessidades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Utilização de Roadmap

Q1.28- Se a resposta da Q1.27 for de 2 a 5. Essas adaptações seguiram um roadmap?				
Não.	Sim, para até 25% das adaptações.	Sim, para até 50% das adaptações.	Sim, para até 75% das adaptações.	Sim, para todas as adaptações.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Benefícios da Flexibilidade

Q1.29- Se a resposta da Q1.27 for de 2 a 5. Quais foram os benefícios a partir dessas adaptações?				
<input type="checkbox"/> Financeiros	<input type="checkbox"/> Novas tecnologias	<input type="checkbox"/> Outros: _____		
<input type="checkbox"/> Flexibilidade	<input type="checkbox"/> Colaboração entre áreas	_____		
<input type="checkbox"/> Redução de tempo	<input type="checkbox"/> Novos métodos	_____		

Velocidade para o compartilhamento das Adaptações

Q1.30- Se a resposta da Q1.27 for de 2 a 5. Essas adaptações foram compartilhadas rapidamente interna e externamente a empresa?				
Não.	Não, compartilhamento ocorre em 1 mês.	Não, compartilhamento ocorreu em 15 dias.	Não, compartilhamento ocorreu em uma semana.	Sim, compartilhamento ocorreu no mesmo dia.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Impacto de Novas Tecnologias

Q1.31- Nos últimos 5 anos, a introdução de novas tecnologias impactou de forma significativa o modelo de operação das atividades da logística interna?				
Não.	Sim, pois até 25% das atividades foram impactadas.	Sim, pois até 50% das atividades foram impactadas.	Sim, pois até 75% das atividades foram impactadas.	Sim, pois todas as atividades foram impactadas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Tecnologias – Comunicação em Tempo Real

Q1.32- O modelo de operação das atividades da logística interna possui sistemas da tecnologia da informação e comunicação que se comunicam em tempo real e suportam a execução de todas as suas atividades?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Tecnologias – Atuação Colaborativa

Q1.33- O modelo de operação das atividades da logística interna contribui de forma colaborativa, e em tempo real, com os modelos de operação de todas as outras atividades da empresa?				
Definições: Contribuir colaborativamente significa que o modelo de operação das atividades da logística interna, constantemente realiza a troca de informações relevantes como melhorias, aprendizagens, possíveis riscos ou problemas, em tempo real, com as outras atividades da empresa.				
Não.	Sim, com até 25% das outras atividades da empresa.	Sim, com até 50% das outras atividades da empresa.	Sim, com até 75% das outras atividades da empresa.	Sim, com todas as atividades da empresa.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 2 - INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA

SUBDIMENSÃO: RECEBIMENTO DE MATERIAIS

Flexibilidade dos Equipamentos

Q2.1- Os equipamentos utilizados nas atividades de recebimento de materiais são exclusivos dessa atividade, ou são flexíveis para o em outras atividades?				
São exclusivos.	Sim, até 25% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 50% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 75% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, todos os equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Equipamentos com Sensores e Atuadores

Q2.2- Esses equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores.	Sim, até 50% dos equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores.	Sim, até 75% dos equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores.	Sim, todos os equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Processo Padrão para as Atividades de Recebimento

Q2.3- Existem processos padrão para a execução das atividades de recebimento de materiais?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Métricas para as Atividades de Recebimento

Q2.4- Se a resposta da Q2.3 for de 2 a 5. Esses processos / atividades são monitorados/controlados por métricas?				
Não.	Sim, até 25% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 50% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 75% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, todos os processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Recebimento

Q2.5- Os colaboradores que executam as atividades de recebimento de materiais são treinados/dedicados apenas a essas atividades, ou podem executar outras atividades da logística interna?				
São exclusivos.	Sim, até 25% podem executar outras atividades.	Sim, até 50% podem executar outras atividades.	Sim, até 75% podem executar outras atividades.	Sim, todos podem executar outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Definição de Entradas e Saídas das atividades de Recebimento

Q2.6- As entradas e saídas das atividades de recebimento de materiais estão claramente definidas e documentadas de forma eletrônica?				
Não.	Sim, até 25% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 50% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 75% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, todas as atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Recebimento

Q2.7- Existem sistemas da TI que suportam as atividades de recebimento de materiais?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores

Q2.8- Se a resposta da Q2.7 for de 2 a 5. Esses sistemas estão disponíveis para todos os colaboradores e liderança?				
Não.	Sim, para até 25% dos operadores.	Sim, para até 50% dos operadores.	Sim, para até 75% dos operadores.	Sim, para todos os operadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão

Q2.9- Se a resposta da Q2.7 for de 2 a 5. Esses sistemas são utilizados para tomada de decisão?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Manuais

Q2.10- Qual a porcentagem de atividades manuais no processo de recebimento de materiais?				
100%	Até 75%	Até 50%	Até 25%	Menos que 10%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Autônomas

Q2.11- Qual porcentagem das atividades de recebimento de materiais são autônomas, ou seja, se auto executam e se auto gerenciam?				
0%	Até 25%	Até 50%	Até 75%	Mais que 90%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Plano de atualização/adaptação dos Equipamentos

Q2.12- Existe um plano de atualização/adaptação dos equipamentos utilizados no recebimento de materiais?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, informalmente para a maioria dos equipamentos.	Sim, formalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, formalmente para todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 2 - INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA

SUBDIMENSÃO: GERENCIAMENTO DE ESTOQUES

Definição Clara das Entradas e Saídas

Q2.13- As entradas e saídas das atividades de gerenciamento de estoques estão claramente definidas e documentadas de forma eletrônica?				
Não.	Sim, até 25% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 50% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 75% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, todas as atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Métricas para a Gestão de Estoques

Q2.14- Existem métricas pré-definidas para as atividades de gerenciamento de estoques?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Flexibilidade dos Colaboradores

Q2.15- Os colaboradores que executam as atividades de gerenciamento de estoques são treinados/dedicados apenas a essas atividades, ou podem executar outras atividades da logística interna?				
São exclusivos.	Sim, até 25% podem executar outras atividades.	Sim, até 50% podem executar outras atividades.	Sim, até 75% podem executar outras atividades.	Sim, todos podem executar outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Comunicação dos Sistemas da TI

Q2.16- Os sistemas da tecnologia da informação e comunicação, utilizados para o gerenciamento de estoques, se comunicam com outros sistemas da empresa e dos parceiros de negócio?				
Não.	Sim, até 25% dos sistemas se comunicam.	Sim, até 50% dos sistemas se comunicam.	Sim, até 75% dos sistemas se comunicam.	Sim, todos os sistemas se comunicam.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Tomada de Decisão Autônoma

Q2.17- Os sistemas da TI e comunicação, utilizados para gerenciamento de estoques, possuem a capacidade para tomada de decisão autônoma?				
Não.	Sim, até 25% dos sistemas.	Sim, até 50% dos sistemas.	Sim, até 75% dos sistemas.	Sim, mais de 90% dos sistemas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Dados para Tomada de Decisão

Q2.18- Os sistemas da TI e comunicação, utilizados no gerenciamento do estoque, utilizam, ou possuem a capacidade de utilizar, dados históricos para realizar previsões e apoiar a tomada de decisão?				
Não.	Sim, até 25% dos sistemas utilizam, ou possuem a capacidade de utilizar, dados históricos.	Sim, até 50% dos sistemas utilizam, ou possuem a capacidade de utilizar, dados históricos.	Sim, até 75% dos sistemas utilizam, ou possuem a capacidade de utilizar, dados históricos.	Sim, mais de 90% dos sistemas utilizam, ou possuem a capacidade de utilizar, dados históricos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Dados para Tomada de Decisão dos Colaboradores

Q2.19- Os colaboradores, em todos os níveis, confiam e utilizam os dados gerados pelos sistemas de gerenciamento de estoque como apoio a tomada de decisões?				
Não.	Sim, até 25% dos operadores confiam e utilizam os dados.	Sim, até 50% dos operadores confiam e utilizam os dados.	Sim, até 75% dos operadores confiam e utilizam os dados.	Sim, todos os operadores confiam e utilizam os dados.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Adaptação dos Sistemas da TI e Comunicação em Tempo Real

Q2.20- Os sistemas da TI e comunicação, utilizados no gerenciamento de estoques, se adaptam em tempo real a qualquer alteração ou problema?				
Não.	Sim, até 25% dos sistemas.	Sim, até 50% dos sistemas.	Sim, até 75% dos sistemas.	Sim, mais de 90% dos sistemas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Comunicação em Tempo Real das Adaptações dos Sistemas

Q2.21- Se a resposta da Q2.20 for de 2 a 5. Essa adaptação é comunicada em tempo real para as outras áreas da empresa e parceiros de negócio?				
Não.	Sim, até 25% das adaptações.	Sim, até 50% das adaptações.	Sim, até 75% das adaptações.	Sim, mais de 90% das adaptações.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Plano de Atualização/Adaptação dos Sistemas

Q2.22- Existe um plano de atualização/adaptação dos sistemas de gerenciamento de estoque?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria dos sistemas.	Sim, informalmente para a maioria dos sistemas.	Sim, formalmente para a minoria dos sistemas.	Sim, formalmente para todos os sistemas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 2 - INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA

SUBDIMENSÃO: MOVIMENTAÇÃO E MANUSEIO DE MATERIAIS

Flexibilidade dos Equipamentos

Q2.23- Os equipamentos utilizados nas atividades de movimentação e manuseio de materiais são exclusivos dessa atividade, ou são flexíveis para o uso em outras atividades?				
São exclusivos.	Sim, até 25% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 50% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 75% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, todos os equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Equipamentos com Sensores e Atuadores

Q2.24- Esses equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos.	Sim, até 50% dos equipamentos.	Sim, até 75% dos equipamentos.	Sim, todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Processo Padrão para as Atividades de Movimentação e Manuseio

Q2.25- Existem processos padrão para a execução das atividades de movimentação e manuseio de materiais?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Métricas para as Atividades de Movimentação e Manuseio

Q2.26- Se a resposta da Q2.25 for de 2 a 5. Esses processos / atividades são monitorados/controlados por métricas?				
Sim, até 25% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 50% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 75% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, todos os processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 25% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Movimentação e Manuseio

Q2.27- Os colaboradores que executam as atividades de movimentação e manuseio de materiais são treinados/dedicados apenas a essas atividades, ou podem executar outras atividades da logística interna?				
São exclusivos.	Sim, até 25% podem executar outras atividades.	Sim, até 50% podem executar outras atividades.	Sim, até 75% podem executar outras atividades.	Sim, todos podem executar outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Movimentação e Manuseio

Q2.28- As entradas e saídas das atividades de movimentação e manuseio de materiais estão claramente definidas e documentadas de forma eletrônica?				
Não.	Sim, até 25% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 50% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 75% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, todas as atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Movimentação e Manuseio

Q2.29- Existem sistemas da TI que suportam as atividades de movimentação e manuseio de materiais?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores

Q2.30- Se a resposta da Q2.29 for de 2 a 5. Esses sistemas estão disponíveis para todos os colaboradores e liderança?				
Não.	Sim, para até 25% dos operadores.	Sim, para até 50% dos operadores.	Sim, para até 75% dos operadores.	Sim, para todos os operadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão

Q2.31- Se a resposta da Q2.29 for de 2 a 5. Esses sistemas são utilizados para tomada de decisão?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Manuais

Q2.32- Qual a porcentagem de atividades manuais na movimentação e manuseio de materiais?				
100%	Até 75%	Até 50%	Até 25%	Menos que 10%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Autônomas

Q2.33- Qual porcentagem das atividades de movimentação e manuseio de materiais são autônomas, ou seja, se auto executam e se auto gerenciam?				
0%	Até 25%	Até 50%	Até 75%	Mais que 90%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Plano de Atualização/Adaptação dos Equipamentos

Q2.34- Existe um plano de atualização/adaptação dos equipamentos utilizados na movimentação e manuseio de materiais?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, informalmente para a maioria dos equipamentos.	Sim, formalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, formalmente para todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 2 - INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA

SUBDIMENSÃO: ARMAZENAGEM

Flexibilidade dos Equipamentos

Q2.35- Os equipamentos utilizados nas atividades de armazenagem são exclusivos dessa atividade, ou são flexíveis para o em outras atividades?				
São exclusivos.	Sim, até 25% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 50% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 75% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, todos os equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Equipamentos com Sensores e Atuadores

Q2.36- Esses equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores.	Sim, até 50% dos equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores.	Sim, até 75% dos equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores.	Sim, todos os equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Processo Padrão para as Atividades de Armazenagem

Q2.37- Existem processos padrão para a execução das atividades de armazenagem?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Métricas para as Atividades de Armazenagem

Q2.38- Se a resposta da Q2.37 for de 2 a 5. Esses processos / atividades são monitorados/controlados por métricas?				
Não.	Sim, até 25% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 50% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 75% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, todos os processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Armazenagem

Q2.39- Os colaboradores que executam as atividades de armazenagem são treinados/dedicados apenas a essas atividades, ou podem executar outras atividades da logística interna?				
São exclusivos.	Sim, até 25% podem executar outras atividades.	Sim, até 50% podem executar outras atividades.	Sim, até 75% podem executar outras atividades.	Sim, todos podem executar outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Armazenagem

Q2.40- As entradas e saídas das atividades de armazenagem estão claramente definidas e documentadas de forma eletrônica?				
Não.	Sim, até 25% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 50% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 75% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, todas as atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Armazenagem

Q2.41- Existem sistemas da TI que suportam as atividades de armazenagem?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores

Q2.42- Se a resposta da Q2.41 for de 2 a 5. Esses sistemas estão disponíveis para todos os colaboradores e liderança?				
Não.	Sim, para até 25% dos operadores.	Sim, para até 50% dos operadores.	Sim, para até 75% dos operadores.	Sim, para todos os operadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão

Q2.43- Se a resposta da Q2.41 for de 2 a 5. Esses sistemas são utilizados para tomada de decisão?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Manuais

Q2.44- Qual a porcentagem de atividades manuais na armazenagem?				
100%	Até 75%	Até 50%	Até 25%	Menos que 10%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Autônomas

Q2.45- Qual porcentagem das atividades de armazenagem são autônomas, ou seja, se auto executam e se auto gerenciam?				
0%	Até 25%	Até 50%	Até 75%	Mais que 90%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Plano de Atualização/Adaptação dos Equipamentos

Q2.46- Existe um plano de atualização/adaptação dos equipamentos utilizados na armazenagem?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, informalmente para a maioria dos equipamentos.	Sim, formalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, formalmente para todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 2 - INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA
SUBDIMENSÃO: COLETA DE MATERIAIS

Flexibilidade dos Equipamentos

Q2.47- Os equipamentos utilizados nas atividades de coleta de materiais são exclusivos dessa atividade, ou são flexíveis para o em outras atividades?				
São exclusivos.	Sim, até 25% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 50% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 75% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, todos os equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Equipamentos com Sensores e Atuadores

Q2.48- Esses equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos.	Sim, até 50% dos equipamentos.	Sim, até 75% dos equipamentos.	Sim, todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Processo Padrão para as Atividades de Coleta

Q2.49- Existem processos padrão para a execução das atividades de coleta de materiais?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Métricas para as Atividades de Coleta

Q2.50- <i>Se a resposta da Q2.49 for de 2 a 5.</i> Esses processos / atividades são monitorados/controlados por métricas?				
Não.	Sim, até 25% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 50% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 75% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, todos os processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Coleta

Q2.51- Os colaboradores que executam as atividades de coleta de materiais são treinados/dedicados apenas a essas atividades, ou podem executar outras atividades da logística interna?				
São exclusivos.	Sim, até 25% podem executar outras atividades.	Sim, até 50% podem executar outras atividades.	Sim, até 75% podem executar outras atividades.	Sim, todos podem executar outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Coleta

Q2.52- As entradas e saídas das atividades de coleta de materiais estão claramente definidas e documentadas de forma eletrônica?				
Não.	Sim, até 25% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 50% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 75% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, todas as atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Coleta

Q2.53- Existem sistemas da TI que suportam as atividades de coleta de materiais?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores

Q2.54- <i>Se a resposta da Q2.53 for de 2 a 5.</i> Esses sistemas estão disponíveis para todos os colaboradores e liderança?				
Não.	Sim, para até 25% dos operadores.	Sim, para até 50% dos operadores.	Sim, para até 75% dos operadores.	Sim, para todos os operadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão

Q2.55- <i>Se a resposta da Q2.53 for de 2 a 5.</i> Esses sistemas são utilizados para tomada de decisão?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Manuais

Q2.56- Qual a porcentagem de atividades manuais na coleta de materiais?				
100%	Até 75%	Até 50%	Até 25%	Menos que 10%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Autônomas

Q2.57- Qual porcentagem das atividades de coleta de materiais são autônomas, ou seja, se auto executam e se auto gerenciam?				
0%	Até 25%	Até 50%	Até 75%	Mais que 90%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Plano de Atualização/Adaptação dos Equipamentos

Q2.58- Existe um plano de atualização/adaptação dos equipamentos utilizados na coleta de materiais?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, informalmente para a maioria dos equipamentos.	Sim, formalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, formalmente para todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 2 - INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA

SUBDIMENSÃO: EMBALAGEM

Flexibilidade dos Equipamentos

Q2.59- Os equipamentos utilizados nas atividades de embalagem são exclusivos dessa atividade, ou são flexíveis para o em outras atividades?				
São exclusivos.	Sim, até 25% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 50% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 75% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, todos os equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Equipamentos com Sensores e Atuadores

Q2.60- Esses equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos.	Sim, até 50% dos equipamentos.	Sim, até 75% dos equipamentos.	Sim, todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Processo Padrão para as Atividades de Embalagem

Q2.61- Existem processos padrão para a execução das atividades de embalagem?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Métricas para as Atividades de Embalagem

Q2.62- Se a resposta da Q2.61 for de 2 a 5. Esses processos / atividades são monitorados/controlados por métricas?				
Não.	Sim, até 25% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 50% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 75% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, todos os processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Embalagem

Q2.63- Os colaboradores que executam as atividades de embalagem são treinados/dedicados apenas a essas atividades, ou podem executar outras atividades da logística interna?				
São exclusivos.	Sim, até 25% podem executar outras atividades.	Sim, até 50% podem executar outras atividades.	Sim, até 75% podem executar outras atividades.	Sim, todos podem executar outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Embalagem

Q2.64- As entradas e saídas das atividades de embalagem estão claramente definidas e documentadas de forma eletrônica?				
Não.	Sim, até 25% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 50% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 75% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, todas as atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Embalagem

Q2.65- Existem sistemas da TI que suportam as atividades de embalagem?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores

Q2.66- Se a resposta da Q2.65 for de 2 a 5. Esses sistemas estão disponíveis para todos os colaboradores e liderança?				
Não.	Sim, para até 25% dos operadores.	Sim, para até 50% dos operadores.	Sim, para até 75% dos operadores.	Sim, para todos os operadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão

Q2.67- Se a resposta da Q2.65 for de 2 a 5. Esses sistemas são utilizados para tomada de decisão?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Manuais

Q2.68- Qual a porcentagem de atividades manuais no processo de embalagem?				
100%	Até 75%	Até 50%	Até 25%	Menos que 10%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Autônomas

Q2.69- Qual porcentagem das atividades de embalagem de materiais são autônomas, ou seja, se auto executam e se auto gerenciam?				
0%	Até 25%	Até 50%	Até 75%	Mais que 90%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Plano de Atualização/Adaptação dos Equipamentos

Q2.70- Existe um plano de atualização/adaptação dos equipamentos utilizados na embalagem de materiais?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, informalmente para a maioria dos equipamentos.	Sim, formalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, formalmente para todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 2 - INFRAESTRUTURA DAS ATIVIDADES DA LOGÍSTICA INTERNA

SUBDIMENSÃO: EXPEDIÇÃO

Flexibilidade dos Equipamentos

Q2.71- Os equipamentos utilizados nas atividades de expedição são exclusivos dessa atividade, ou são flexíveis para o em outras atividades?				
São exclusivos.	Sim, até 25% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 50% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, até 75% dos equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.	Sim, todos os equipamentos podem ser utilizados em outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Equipamentos com Sensores e Atuadores

Q2.72- Esses equipamentos possuem, ou estão aptos a receber, sensores e atuadores?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos.	Sim, até 50% dos equipamentos.	Sim, até 75% dos equipamentos.	Sim, todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Processo Padrão para as Atividades de Expedição

Q2.73- Existem processos padrão para a execução das atividades de expedição?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Métricas para as Atividades de Expedição

Q2.74- Se a resposta da Q2.73 for de 2 a 5. Esses processos / atividades são monitorados/controlados por métricas?				
Não.	Sim, até 25% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 50% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, até 75% dos processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.	Sim, todos os processos/atividades são monitorados/controlados por métricas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Flexibilidade dos Colaboradores das Atividades de Expedição

Q2.75- Os colaboradores que executam as atividades de expedição são treinados/dedicados apenas a essas atividades, ou podem executar outras atividades da logística interna?				
São exclusivos.	Sim, até 25% podem executar outras atividades.	Sim, até 50% podem executar outras atividades.	Sim, até 75% podem executar outras atividades.	Sim, todos podem executar outras atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Definição de Entradas e Saídas das Atividades de Expedição

Q2.76- As entradas e saídas das atividades de expedição estão claramente definidas e documentadas de forma eletrônica?				
Não.	Sim, até 25% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 50% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, até 75% das atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.	Sim, todas as atividades são claramente definidas e documentadas eletronicamente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI nas Atividades de Expedição

Q2.77- Existem sistemas da TI que suportam as atividades de expedição?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Disponibilidade de Sistemas da TI para os Colaboradores

Q2.78- Se a resposta da Q2.77 for de 2 a 5. Esses sistemas estão disponíveis para todos os colaboradores e liderança?				
Não.	Sim, para até 25% dos operadores.	Sim, para até 50% dos operadores.	Sim, para até 75% dos operadores.	Sim, para todos os operadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Apoio de Sistemas da TI para Tomada de Decisão

Q2.79- Se a resposta da Q2.77 for de 2 a 5. Esses sistemas são utilizados para tomada de decisão?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, até 75% das atividades.	Sim, para todas as atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Manuais

Q2.80- Qual a porcentagem de atividades manuais no processo de expedição?				
100%	Até 75%	Até 50%	Até 25%	Menos que 10%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Atividades Autônomas

Q2.81- Qual porcentagem das atividades de expedição são autônomas, ou seja, se auto executam e se auto gerenciam?				
0%	Até 25%	Até 50%	Até 75%	Mais que 90%
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Plano de Atualização/Adaptação dos Equipamentos

Q2.82- Existe um plano de atualização/adaptação dos equipamentos utilizados na expedição?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, informalmente para a maioria dos equipamentos.	Sim, formalmente para a minoria dos equipamentos.	Sim, formalmente para todos os equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 3 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
SUBDIMENSÃO: IoT / IoS

Preparação do Ambiente para IoT/IoS

Q3.1- O ambiente de operação, das atividades da logística interna, está preparado para um trabalho em rede de alta velocidade, sem restrições físicas de acesso e com pontos de acesso bem distribuídos nesse ambiente?				
Não.	Sim, no mínimo 25% das atividades da logística possuem acesso à rede de alta velocidade.	Sim, no mínimo 50% das atividades da logística possuem acesso à rede de alta velocidade.	Sim, no mínimo 75% das atividades da logística possuem acesso à rede de alta velocidade.	Sim, mais de 90% das atividades da logística possuem acesso à rede de alta velocidade.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Preparação dos Equipamentos/Atividades para IoT/IoS

Q3.2- Todas as atividades e/ou equipamentos da logística interna estão conectadas em rede?				
Não.	Sim, no mínimo 25% das atividades / equipamentos estão conectados em rede.	Sim, no mínimo 50% das atividades / equipamentos estão conectados em rede.	Sim, no mínimo 75% das atividades / equipamentos estão conectados em rede.	Sim, mais de 90% das atividades / equipamentos estão conectados em rede.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Integração Digital das Atividades da Logística Interna

Q3.3- Se a resposta da Q3.2 for de 2 a 5. Essas atividades e/ou equipamentos se comunicam com as outras áreas e parceiros de processos internos e externos, em tempo real?				
Não.	Sim, com parceiros internos, mas não em tempo real.	Sim, com parceiros internos, e em tempo real.	Sim, com parceiros internos e externos, mas não em tempo real.	Sim, com parceiros internos e externos, e em tempo real.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Capacidade de Interface em Tempo Real

Q3.4- Os sistemas da tecnologia da informação, das atividades da logística interna, possuem softwares de rápida interface e/ou middlewares que possibilitem essa interface, em tempo real?				
Não.	Sim, no mínimo 25% dos sistemas possuem a capacidade de rápida interface com outros sistemas.	Sim, no mínimo 50% dos sistemas possuem a capacidade de rápida interface com outros sistemas.	Sim, no mínimo 75% dos sistemas possuem a capacidade de rápida interface com outros sistemas.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem a capacidade de rápida interface com outros sistemas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Comentários:				

Sistemas de Comunicação Autônomos

Q3.5- A comunicação em rede, dos sistemas da logística interna, acontece de forma autônoma?				
Não.	Sim, no mínimo 25% dos sistemas possuem a capacidade de se comunicarem autonomamente.	Sim, no mínimo 50% dos sistemas possuem a capacidade de se comunicarem autonomamente.	Sim, no mínimo 75% dos sistemas possuem a capacidade de se comunicarem autonomamente.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem a capacidade de se comunicarem autonomamente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Sistemas da Informação como Serviço para Terceiros

Q3.6- Os sistemas da informação das atividades da logística interna são, de certa forma, utilizados como serviço para parceiros externos?				
Não.	Sim, no mínimo 25% dos sistemas possuem a capacidade de serem utilizados como serviços para terceiros.	Sim, no mínimo 50% dos sistemas possuem a capacidade de serem utilizados como serviços para terceiros.	Sim, no mínimo 75% dos sistemas possuem a capacidade de serem utilizados como serviços para terceiros.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem a capacidade de serem utilizados como serviços para terceiros.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Sistemas da Informação autônomos como Serviço para terceiros

Q3.7- Se a resposta da Q3.6 for de 2 a 5. Esse serviço, quando provido aos parceiros externos, podem trabalhar de forma autônoma, fornecendo informações em tempo real?				
Não.	Sim, no mínimo 25% dos sistemas possuem a capacidade de atuarem de forma autônoma e em tempo real, mesmo em atividades de terceiros.	Sim, no mínimo 50% dos sistemas possuem a capacidade de atuarem de forma autônoma e em tempo real, mesmo em atividades de terceiros.	Sim, no mínimo 75% dos sistemas possuem a capacidade de atuarem de forma autônoma e em tempo real, mesmo em atividades de terceiros.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem a capacidade de atuarem de forma autônoma e em tempo real, mesmo em atividades de terceiros.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 3 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
SUBDIMENSÃO: BIG DATA & DATA MINING & INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Coleta, Processamento, Armazenagem e Compartilhamento de Dados em Tempo Real

Q3.8- As atividades da logística interna tem como parte do processo a coleta, processamento, armazenagem e compartilhamento, em tempo real, dos dados gerados nessas atividades?

Não.	Sim, para, no mínimo, 25% das atividades.	Sim, para, no mínimo, 50% das atividades.	Sim, para, no mínimo, 75% das atividades.	Sim, para mais de 90% das atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Capacidade de Armazenagem dos Sistemas

Q3.9- Os sistemas de armazenagem de dados/informações, das atividades da logística interna, possuem grandes capacidades de armazenagem?

Não.	Sim, no mínimo 25% dos sistemas possuem grandes capacidades de armazenagem.	Sim, no mínimo 50% dos sistemas possuem grandes capacidades de armazenagem.	Sim, no mínimo 75% dos sistemas possuem grandes capacidades de armazenagem.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem grandes capacidades de armazenagem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Capacidade de Armazenagem Rápida e Autônoma

Q3.10- Se a resposta da Q3.9 for de 2 a 5. Essa armazenagem é realizada de forma rápida e autônoma?

Não.	Sim, para, no mínimo, 25% dos sistemas/informações.	Sim, para, no mínimo, 50% dos sistemas/informações.	Sim, para, no mínimo, 75% dos sistemas/informações.	Sim, para mais de 90% dos sistemas/informações.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Comunicação entre Sistemas de Armazenagem Internos e Externos

Q3.11- Os sistemas de armazenagem de dados/informação, das atividades da logística interna, se comunicam com outros sistemas de armazenagem (internos e externos)?

Não.	Sim, no mínimo 25% se comunicam.	Sim, no mínimo 50% se comunicam.	Sim, no mínimo 75% se comunicam.	Sim, mais de 90% se comunicam.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Capacidades de *Data Mining* e Inteligência Artificial

Q3.12- Os sistemas de armazenagem de dados/informações, das atividades da logística interna, possuem a capacidade de armazenar, selecionar, processar, visualizar, gerenciar, analisar e interpretar todos os dados, de diversas extensões, gerados nessas atividades?

Não.	Sim, no mínimo 25% dos sistemas possuem essas capacidades.	Sim, no mínimo 50% dos sistemas possuem essas capacidades.	Sim, no mínimo 75% dos sistemas possuem essas capacidades.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem essas capacidades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Velocidade da *Data Mining* e Inteligência Artificial

Q3.13- Se a resposta da Q3.12 for de 2 a 5. Esses sistemas possuem a capacidade de realizar uma interação, em tempo real, entre todos esses dados?

Não.	Sim, no mínimo 25% dos sistemas possuem essa capacidade.	Sim, no mínimo 50% dos sistemas possuem essa capacidade.	Sim, no mínimo 75% dos sistemas possuem essa capacidade.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem essa capacidade.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Utilização da *Data Mining* pelos Colaboradores

Q3.14- Se a resposta da Q3.12 for de 2 a 5. Os colaboradores, da logística interna, são treinados e utilizam essa seleção de dados (a partir da *data mining*) para a orientação de serviços e atividades?

Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para a maioria das atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Inteligência Artificial a partir da *Data Mining*

Q3.15- Se a resposta da Q3.12 for de 2 a 5. Esses dados são autonomamente utilizados para a tomada de decisões referentes às atividades da logística interna?

Não.	Sim, para, no mínimo, 25% das atividades.	Sim, para, no mínimo, 50% das atividades.	Sim, para, no mínimo, 75% das atividades.	Sim, para mais de 90% das atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Compartilhamento e Utilização Autônoma dos Dados

Q3.16- Outras áreas, internas e externas, utilizam de forma autônoma os dados gerados pelas atividades da logística interna?				
Não.	Sim, no mínimo 25% dos dados são utilizados.	Sim, no mínimo 50% dos dados são utilizados.	Sim, no mínimo 75% dos dados são utilizados.	Sim, mais de 90% dos dados são utilizados.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Análise Autônoma da Vida útil dos Dados

Q3.17- Os sistemas de armazenagem de dados, das atividades da logística interna, possuem a capacidade de analisar, autonomamente, a vida útil dos dados?				
Não.	Sim, para, no mínimo, 25% dos dados gerados.	Sim, para, no mínimo, 50% dos dados gerados.	Sim, para, no mínimo, 75% dos dados gerados.	Sim, para mais de 90% dos dados gerados.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Análise Autônoma da Acuracidade e Confiabilidade dos Dados

Q3.18- Os sistemas de armazenagem de dados, das atividades da logística interna, possuem a capacidade de analisar a acuracidade e a confiabilidade dos dados?				
Não.	Sim, para, no mínimo, 25% dos dados gerados.	Sim, para, no mínimo, 50% dos dados gerados.	Sim, para, no mínimo, 75% dos dados gerados.	Sim, para mais de 90% dos dados gerados.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Análise Autônoma de Identificação dos Sistemas da TI quanto a Utilização e Valor dos Dados

Q3.19- Os sistemas de armazenagem de dados, das atividades da logística interna, possuem a capacidade de identificar em quais sistemas da TI, e/ou processos, os dados armazenados serão utilizados, e qual o valor que esses dados geram para esses sistemas/processos?				
Não.	Sim, para, no mínimo, 25% dos dados gerados.	Sim, para, no mínimo, 50% dos dados gerados.	Sim, para, no mínimo, 75% dos dados gerados.	Sim, para mais de 90% dos dados gerados.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Análise Autônoma de Inconsistências, Duplicidades, Incorreções e Especificações dos Dados

Q3.20- Os sistemas de armazenagem de dados, das atividades da logística interna, possuem a capacidade de identificar inconsistências, duplicidades e incorreções, e ainda se esses dados atendem as especificações dos processos em que serão utilizados?				
Não.	Sim, para, no mínimo, 25% dos dados gerados.	Sim, para, no mínimo, 50% dos dados gerados.	Sim, para, no mínimo, 75% dos dados gerados.	Sim, para mais de 90% dos dados gerados.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Simulação e Modelagem a partir de Dados

Q3.21- A partir dos dados gerados, são realizadas simulações e modelagens nas atividades da logística interna?				
Não.	Sim, com, no mínimo, 25% dos dados gerados.	Sim, com, no mínimo, 50% dos dados gerados.	Sim, com, no mínimo, 75% dos dados gerados.	Sim, com mais de 90% dos dados gerados.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 3 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO **SUBDIMENSÃO: SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO & COMUNICAÇÃO**

Padrão dos Sistemas de Identificação

Q3.22- Existe um sistema padrão de identificação dos componentes, embalagens e equipamentos das atividades da logística interna?				
Não.	Sim, para, no mínimo, 25% dos componentes, embalagens e equipamentos.	Sim, para, no mínimo, 50% dos componentes, embalagens e equipamentos.	Sim, para, no mínimo, 75% dos componentes, embalagens e equipamentos.	Sim, para mais de 90% dos componentes, embalagens e equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Comunicação e Conectividade do Sistema de Identificação

Q3.23- Se a resposta da Q3.22 for de 2 a 5. Esse sistema de identificação possui a capacidade de se comunicar e trocar informações, em tempo real, entre si, com os equipamentos e com os sistemas da informação das atividades da logística interna e com as atividades de outros processos (internos e externos)?				
Não.	Esse sistema se comunica apenas entre si.	Esse sistema se comunica entre si e com equipamentos e sistemas da TI da logística interna.	Esse sistema se comunica entre si, com equipamentos e sistemas da TI da logística interna e com outros processos internos.	Sim, esse sistema possui capacidade total de comunicação e conectividade.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Capacidade de Armazenagem de Dados do Sistema de Identificação

Q3.24- Se a resposta da Q3.22 for de 2 a 5. Esse sistema de identificação possui a capacidade de armazenar dados importantes do objeto que ele está identificando?				
Não.	Esse sistema é capaz de armazenar 25% dos dados do objeto.	Esse sistema é capaz de armazenar 50% dos dados do objeto.	Esse sistema é capaz de armazenar 75% dos dados do objeto.	Esse sistema é capaz de armazenar mais de 90% dos dados do objeto.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Permanência do Sistema de Identificação no Objeto

Q3.25- Se a resposta da Q3.22 for de 2 a 5. Esse sistema de identificação permanece nos componentes e/ou equipamentos mesmo após mudanças de atividade?				
Não.	Sim, em até 25% das atividades/processos por onde os componentes ou equipamentos passam.	Sim, em até 50% das atividades/processos por onde os componentes ou equipamentos passam.	Sim, em até 75% das atividades/processos por onde os componentes ou equipamentos passam.	Sim, o sistema permanece durante todo o ciclo de vida do componente ou equipamento.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Inclusão de Novas Informações no Sistema de Identificação

Q3.26- Se a resposta da Q3.22 for de 2 a 5. Novas informações podem ser inseridas nesse sistema de identificação, ao longo dos processos da logística interna, processos internos e processos externos?				
Não.	Apenas nos processos da logística interna.	Apenas nos processos logísticos.	Apenas nos processos internos a empresa.	Sim, em qualquer momento do processo.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Transmissão de Dados do Sistema de Identificação

Q3.27- Se a resposta da Q3.22 for de 2 a 5. Esse sistema de identificação possui a capacidade de enviar informações, em tempo real, para todos sistemas de armazenagem, físico e em nuvem (internos e externos à empresa)?				
Não.	Apenas para os sistemas de armazenagem físicos da logística interna.	Apenas para os sistemas de armazenagem físicos da empresa.	Sim, para todos os sistemas físicos e em nuvem, internos a empresa.	Sim, para todos os sistemas físicos e em nuvem, internos e externos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Conectividade do Sistema de Identificação com Sensores e Atuadores

Q3.28- Se a resposta da Q3.22 for de 2 a 5. Esse sistema de identificação possui a capacidade de se comunicar com sensores e atuadores pertencentes as atividades da logística interna?				
Não.	Sim, com até 25% dos sensores e atuadores da logística interna.	Sim, com até 50% dos sensores e atuadores da logística interna.	Sim, com até 75% dos sensores e atuadores da logística interna.	Sim, com mais de 90% dos sensores e atuadores da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 3 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

SUBDIMENSÃO: OBJETOS INTELIGENTES

Objetos com *Hardwares* e/ou *Softwares* Embarcados

Q3.29- Os equipamentos, componentes e embalagens, das atividades da logística, interna possuem <i>hardwares</i> e/ou <i>softwares</i> embarcados?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos, componentes e embalagens possuem.	Sim, até 50% dos equipamentos, componentes e embalagens possuem.	Sim, até 75% dos equipamentos, componentes e embalagens possuem.	Sim, mais de 90% dos equipamentos, componentes e embalagens possuem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Objetos com Identificação Única e Conectividade

Q3.30- Esses equipamentos, componentes ou embalagens possuem identificação única, capacidade de se comunicarem entre si e com outros processos/atividades?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, até 50% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, até 75% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, mais de 90% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Objetos com Capacidade de Autoaprendizagem e Tomada de Decisão Orientada por Dados

Q3.31- Esses equipamentos, componentes ou embalagens possuem a capacidade de autoaprendizagem e de tomada de decisões por meio de histórico de dados?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, até 50% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, até 75% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, mais de 90% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Objetos com Capacidade de Controlar o Ambiente

Q3.32- Os equipamentos, componentes ou embalagens das atividades da logística interna possuem a capacidade de controlar todo o seu ambiente de operação?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, até 50% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, até 75% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.	Sim, mais de 90% dos equipamentos, componentes ou embalagens possuem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Ambientes Inteligentes

Q3.33- As áreas/ambientes das atividades da logística interna possuem locais de armazenagem (Kanbans e/ou racks) inteligentes?				
Não.	Sim, até 25% das áreas possuem.	Sim, até 50% das áreas possuem.	Sim, até 75% das áreas possuem.	Sim, mais de 90% das áreas possuem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Preparo de Ambientes para se Tornarem Inteligentes

Q3.34- Os ambientes das atividades da logística interna podem ser preparados para se tornarem inteligentes e receberem objetos inteligentes?				
Não.	Sim, até 25% das áreas podem.	Sim, até 50% das áreas podem.	Sim, até 75% das áreas podem.	Sim, mais de 90% das áreas podem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Objetos com Capacidade de Auto adaptabilidade

Q3.35- Os equipamentos, componentes, embalagens e locais de armazenagem se auto adaptam ou se auto regulam em caso de algum problema ou adversidade durante o processo?				
Não.	Sim, até 25% se adaptam ou se auto regulam.	Sim, até 50% se adaptam ou se auto regulam.	Sim, até 75% se adaptam ou se auto regulam.	Sim, mais de 90% se adaptam ou se auto regulam.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Planejamento Estratégico para Transformação de Objetos Inteligentes

Q3.36- Qual a porcentagem de equipamentos, componentes, embalagens ou locais de armazenagens que podem se tornar inteligentes em um período de 2 anos a 5 anos?				
0% - 5%.	6% - 25%.	26% - 50%.	51% - 75%	Acima de 90%.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 3 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

SUBDIMENSÃO: SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS

Existência de Computadores Embarcados (Controladores)

Q3.37- Todos os equipamentos, das atividades da logística interna, possuem computadores embarcados que controlam suas operações, permitindo que os operadores façam o acesso remoto desses equipamentos?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos possuem computadores embarcados.	Sim, até 50% dos equipamentos possuem computadores embarcados.	Sim, até 75% dos equipamentos possuem computadores embarcados.	Sim, mais de 90% dos equipamentos possuem computadores embarcados.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Conectividade do Equipamento (Computadores Embarcados) com a Rede

Q3.38- Existe a possibilidade desses equipamentos se conectarem automaticamente a rede (internet)?				
Não.	Sim, até 25% podem se conectar automaticamente a rede.	Sim, até 50% podem se conectar automaticamente a rede.	Sim, até 75% podem se conectar automaticamente a rede.	Sim, mais de 90% podem se conectar automaticamente a rede.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Conectividade do Equipamento (Computadores Embarcados) com Outros Componentes e Equipamentos

Q3.39- Esses equipamentos possuem a capacidade de se comunicar com outros equipamentos, e/ou componentes, dentro ou fora das atividades da logística interna?				
Não.	Sim, até 25% possuem essa capacidade.	Sim, até 50% possuem essa capacidade.	Sim, até 75% possuem essa capacidade.	Sim, mais de 90% possuem essa capacidade.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Comunicação dos Sistemas da Informação e Comunicação com Objetos

Q3.40- Os sistemas da informação e comunicação possuem a capacidade de se comunicar, em tempo real, com os equipamentos e componentes das atividades da logística interna?				
Não.	Sim, com até 25% dos equipamentos e componentes.	Sim, com até 50% dos equipamentos e componentes.	Sim, com até 75% dos equipamentos e componentes.	Sim, com mais de 90% dos equipamentos e componentes.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Equipamentos com Sensores e Atuadores

Q3.41- Os equipamentos das atividades da logística interna são preparados com sensores e/ou atuadores?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos.	Sim, até 50% dos equipamentos.	Sim, até 75% dos equipamentos.	Sim, mais de 90% dos equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Preparo dos Equipamentos para Receberem Sensores e Atuadores

Q3.42- Os equipamentos das atividades da logística interna estão aptos a receberem sensores e/ou atuadores?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos.	Sim, até 50% dos equipamentos.	Sim, até 75% dos equipamentos.	Sim, mais de 90% dos equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Equipamentos Autônomos

Q3.43- As atividades da logística interna já possuem equipamentos que trabalhem de forma autônoma?				
Não.	Sim, até 25% dos equipamentos.	Sim, até 50% dos equipamentos.	Sim, até 75% dos equipamentos.	Sim, mais de 90% dos equipamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 3 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO **SUBDIMENSÃO: SISTEMAS DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS E TOMADA DE DECISÕES**

Auxílio de Sistemas de Visualização para Tomada de Decisão

Q3.44- Existem sistemas de visualização dos resultados que auxiliam nas tomadas de decisão de todas as atividades da logística interna?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para mais de 90% das atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Conectividade e Automação dos Sistemas de Visualização

Q3.45- Se a resposta da Q3.44 for de 2 a 5. Esses sistemas são automáticos, conectados à rede, e atualizados em tempo real?				
Não.	Sim, até 25% possuem essas características.	Sim, até 50% possuem essas características.	Sim, até 75% possuem essas características.	Sim, mais de 90% possuem essas características.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Presença ou Preparo das Atividades para Utilização de Sistemas Automatizados de Visualização

Q3.46- Qual a porcentagem das atividades da logística interna que já apresentam ou estão preparadas para receber, de forma rápida, sistemas automatizados de visualização dos resultados?				
0% - 5%.	6% - 25%.	26% - 50%.	51% - 75%	Acima de 90%.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Acesso dos Operadores aos Sistemas de Visualização

Q3.47- Todos os operadores têm acesso imediato a esses sistemas?				
Não.	Sim, até 25% dos operadores.	Sim, até 50% dos operadores.	Sim, até 75% dos operadores.	Sim, todos os operadores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Treinamento dos Colaboradores sobre Interpretação dos Sistemas de Visualização

Q3.48- Os operadores e líderes recebem treinamentos frequentes de como interpretar os dados apresentados, para uma tomada rápida de decisão?				
Não.	Apenas os líderes de maneira informal.	Apenas os líderes de maneira formal.	Sim, líderes e operadores de maneira informal.	Sim, líderes e operadores de maneira formal.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Utilização de Sistemas de Visualização de Maneira Padrão pelos Colaboradores

Q3.49- Todos os operadores e líderes utilizam esses sistemas, de forma padrão, para tomada de todas as decisões?				
Não.	Apenas os líderes de maneira informal.	Apenas os líderes de maneira padrão.	Líderes e operadores utilizam de maneira informal.	Líderes e operadores utilizam de maneira padrão.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual de Aplicação de Sistemas de Visualização de Maneira Padrão pelas Atividades

Q3.50- Qual a porcentagem das atividades da logística interna que utilizam sistemas de visualização de maneira padrão para a tomada de decisão?				
0% - 5%.	6% - 25%.	26% - 50%.	51% - 75%	Acima de 90%.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Conectividade dos Sistemas de Visualização com outros Sistemas

Q3.51- Esses sistemas disponibilizam resultados de outros processos, internos e externos, que possam impactar as atividades da logística interna?				
Não.	Sim, até 25% mostram.	Sim, até 50% mostram.	Sim, até 75% mostram.	Sim, mais de 90% mostram.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Presença de Sistemas de Realidade Aumentada / Realidade Virtual

Q3.52- As atividades da logística interna possuem sistemas de realidade aumentada / realidade virtual?				
Não.	Sim, até 25% possuem.	Sim, até 50% possuem.	Sim, até 75% possuem.	Sim, mais de 90% possuem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 3 – ARQUITETURA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO **SUBDIMENSÃO: SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DA PROPRIEDADE DIGITAL**

Existência e Comunicação das Políticas da Segurança da Informação

Q3.53- As atividades da logística interna possuem uma política clara, e fortemente difundida entre todos os níveis de colaboradores, com relação à segurança da informação e da propriedade digital?				
Não.	Sim, e a política é informalmente comunicada para a minoria dos colaboradores.	Sim, e a política é formalmente comunicada para a minoria dos colaboradores.	Sim, e a política é informalmente comunicada para a maioria dos colaboradores.	Sim, e a política é formalmente comunicada para todos os colaboradores.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Treinamentos e Informações para os Colaboradores sobre Segurança da Informação

Q3.54- Qual a frequência que os colaboradores recebem treinamentos ou informações relevantes, referentes à política da segurança da informação e da propriedade digital?				
Não recebem.	Anualmente.	Duas vezes ao ano.	Trimestralmente.	Pelo menos uma vez ao mês.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Softwares para a Segurança da Informação

Q3.55- Existem softwares dedicados a segurança da informação para todas as atividades da logística interna?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para mais de 90% das atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Comunicação Clara sobre os Malefícios do Mal-uso dos Sistemas da Informação

Q3.56- Existe uma comunicação clara e frequente quanto aos danos financeiros que o mal-uso dos sistemas da informação e da propriedade digital pode trazer para as atividades da logística interna e para a empresa como um todo?				
Não recebem.	Sim, pelo menos anualmente.	Sim, pelo menos duas vezes ao ano.	Sim, pelo menos trimestralmente.	Sim, pelo menos uma vez ao mês.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Utilização de Sistemas de Segurança da Informação em Dispositivos Pessoais

Q3.57- Dispositivos de uso pessoal, porém com acesso aos dados das atividades da logística interna, possuem, obrigatoriamente, aplicativos ou <i>softwares</i> relacionados à segurança da informação? Esses <i>softwares</i> são atualizados frequentemente?				
Não possuem.	Sim, porém não é de uso obrigatório.	Sim, é de uso obrigatório, porém não existem atualizações.	Sim, é de uso obrigatório, porém com uma baixa frequência de atualizações.	Sim, é de uso obrigatório, e frequentemente utilizado.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Impacto dos Sistemas de Segurança na Velocidade das Atividades Digitais

Q3.58- Mesmo com um sistema de segurança robusto, as atividades digitais da logística interna, podem ser executadas de maneira rápida e eficiente?				
Não, todas as atividades digitais apresentam lentidão/panes.	Não, pelo menos 75% das atividades digitais apresentam lentidão/panes.	Não, pelo menos 50% das atividades digitais apresentam lentidão/panes.	Não, pelo menos 25% das atividades digitais apresentam lentidão/panes.	Sim, menos de 5% das atividades apresentam lentidão/pane.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Auxílio dos Sistemas de Segurança para a Proteção de Sistemas em Nuvem

Q3.59- Além dos dispositivos internos e externos, os sistemas de segurança da informação também protegem sistemas em nuvem?				
Não.	Sim, pelos menos 25% dos sistemas em nuvem.	Sim, pelos menos 50% dos sistemas em nuvem.	Sim, pelos menos 75% dos sistemas em nuvem.	Sim, mais de 90% dos sistemas em nuvem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Frequência de Atualização e Checagem dos Sistemas de Segurança da Informação

Q3.60- Existe uma frequência formal para atualizações, ou para checagens necessárias, dos <i>softwares</i> de proteção digital?				
Não.	Sim, anualmente.	Sim, trimestralmente	Sim, no mínimo, mensalmente.	Sim, as atualizações ou checagens ocorrem de maneira formal e em tempo real.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Planos de Investimentos em Segurança da Informação

Q3.61- Existem planos de investimentos na segurança da informação e da propriedade digital nas atividades da logística interna?				
Não.	Sim, informalmente para a minoria das atividades.	Sim, informalmente para a maioria das atividades.	Sim, formalmente para a minoria das atividades.	Sim, formalmente para a maioria das atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 4 – INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO
SUBDIMENSÃO: INTEGRAÇÃO COM PROCESSOS INTERNOS E EXTERNOS

Definição das Entradas e Saídas das Atividades da Logística Interna

Q4.1 Existe uma definição clara das entradas e saídas, com relação aos processos internos referentes às atividades da logística?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Definição do SIPOC das Atividades da Logística Interna

Q4.2- Existe um processo claro das integrações que devem existir entre as atividades da logística interna e também entre outras atividades da logística?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Integrações Verticais das Atividades da Logística Interna

Q4.3- Quais são os níveis de integrações existentes entre as atividades da logística interna e as outras atividades da empresa?				
Ainda não é possível uma integração entre qualquer atividade.	Integração apenas entre as atividades da logística interna.	Integração com todas as atividades da logística.	Integração entre todas as atividades da logística e fornecedores e clientes internos.	É possível uma integração com todos os níveis da cadeia de valor interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Integração Automática ou Autônoma Entre as Atividades

Q4.4- Se a respostas da Q4.3 for de 2 a 5. Essas integrações são realizadas de maneira automática ou até mesmo autônoma?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para mais de 90% das atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Preparação dos Sistemas de TI e Comunicação para Facilitar as Integrações

Q4.5- Os sistemas de informação e comunicação, das atividades da logística interna, são preparados para realizar integrações com os sistemas dos processos logísticos?				
Não.	Sim, até 25% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, até 50% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, até 75% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem esse preparo.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Tomada de Decisão Autônoma por meio das Integrações

Q4.6- Se a respostas da Q4.5 for de 2 a 5. As integrações entre processos e sistemas das atividades da logística interna, e outros processos e atividades logísticos, são preparadas e utilizadas para a tomada de decisão autônoma?				
Não.	Sim, até 25% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, até 50% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, até 75% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem esse preparo.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Operadores Treinados para Facilitar as Integrações

Q4.7- Os colaboradores, em todos os níveis, são treinados para facilitar essas integrações?				
Não.	Sim, a minoria dos operadores, informalmente.	Sim, a maioria dos operadores, informalmente.	Sim, a minoria dos operadores, formalmente.	Sim, todos os operadores, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Política de Segurança para Compartilhamento Interno de Informações e Propriedade Digital

Q4.8- Existe uma política formal, bem definida, referente ao compartilhamento de informações e propriedade digital entre as atividades da logística interna e os processos e atividades de outras áreas da logística e da empresa?				
Não.	Sim, para a minoria dos compartilhamentos, informalmente.	Sim, para a maioria dos compartilhamentos, informalmente.	Sim, para a minoria dos compartilhamentos, formalmente.	Sim, para todos os compartilhamentos, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Readaptação Automática e em Tempo Real, das Atividades da Logística Interna, para Alterações Internas

Q4.9- O envio da informação e readaptação de todas as áreas da logística interna ocorre de forma automática, e em tempo real, quando se identifica alguma alteração ou problema nas atividades da própria logística interna ou em outros processos que impactam essas atividades?				
Não.	Sim, isso ocorre para até 25% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para até 50% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para até 75% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para mais de 90% das atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual das Atividades da Logística Interna que são Integradas Internamente

Q4.10- Qual o percentual das atividades da logística interna que já trabalha de forma integrada com os processos e atividades de outras áreas da logística?				
0% - 5%.	6 - 50%.	51% - 75%.	76% - 95%.	100%.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de *Softwares* que Possibilitam as Interações Internas

Q4.11- Existem <i>softwares (middlewares)</i> que possibilitam a interação de diferentes extensões de dados em todas as áreas da logística?				
Não.	Sim, para até 25% das áreas.	Sim, para até 50% das áreas.	Sim, para até 75% das áreas.	Sim, para mais de 90% das áreas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Sistemas em Nuvem para Auxiliar as Interações Internas

Q4.12- Existem sistemas em nuvem para acesso rápido, de todos os membros das áreas da logística, as informações da logística interna?				
Não.	Sim, para o acesso de até 25% das informações.	Sim, para o acesso de até 50% das informações.	Sim, para o acesso de até 75% das informações.	Sim, para o acesso de mais de 90% das informações.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Planejamento para Integração Digital Interna

Q4.13- Existem iniciativas claras para iniciar o processo de integração digital em toda a cadeia de valor interna?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 4 – INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO

SUBDIMENSÃO: INTEGRAÇÃO COM FORNECEDORES INTERNOS E EXTERNOS

Definição das Entradas e Saídas dos Fornecedores Internos e Externos

Q4.14- Existe uma definição clara das entradas e saídas dos fornecedores internos e externos, referentes às atividades da logística interna?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Processo para Interações da Logística Interna com Fornecedores Internos e Externos

Q4.15- Existe um processo claro das integrações que devem existir entre as atividades da logística interna e seus fornecedores internos e externos?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Interações Horizontais (Fornecedores) e Verticais das Atividades da Logística Interna

Q4.16- Quais níveis de integrações existentes entre as atividades da logística interna e as atividades de fornecedores internos e externos?				
Ainda não é possível uma integração entre qualquer atividade.	Integração apenas entre as atividades da logística interna.	Integração com todas as atividades da logística.	Integração entre todas as atividades da logística e fornecedores internos.	É possível uma integração com todos os níveis da cadeia de valor interna e com fornecedores externos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Integração Automática ou Autônoma com Fornecedores Internos e Externos

Q4.17- Se a respostas da Q4.16 for de 2 a 5. Essas integrações são realizadas de maneira automática ou até mesmo autônoma?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para mais de 90% das atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Preparação dos Sistemas da TI e Comunicação para Facilitar as Integrações com Fornecedores Internos e Externos

Q4.18- Os sistemas da informação e comunicação, das atividades da logística interna, são preparados para realizar integrações com os sistemas dos fornecedores internos e externos?				
Não.	Sim, até 25% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, até 50% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, até 75% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem esse preparo.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Tomada de Decisão Autônoma por meio das Integrações com Fornecedores Internos e Externos

Q4.19- Se a respostas da Q4.18 for de 2 a 5. As integrações entre processos e sistemas, das atividades da logística interna e seus fornecedores internos e externos, são preparados para a tomada de decisão autônoma?				
Não.	Sim, até 25% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, até 50% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, até 75% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem esse preparo.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Operadores Treinados para Facilitar as Integrações com Fornecedores Internos e Externos

Q4.20- Os colaboradores em todos os níveis, internos e externos, são treinados de modo a facilitar essas integrações?				
Não.	Sim, a minoria dos operadores, informalmente.	Sim, a maioria dos operadores, informalmente.	Sim, a minoria dos operadores, formalmente.	Sim, todos os operadores, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Política de Segurança para Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital com Fornecedores

Q4.21- Existe uma política formal, bem definida, referente ao compartilhamento de informações e propriedade digital entre as atividades da logística interna e seus fornecedores internos e externos?				
Não.	Sim, para a minoria dos compartilhamentos, informalmente.	Sim, para a maioria dos compartilhamentos, informalmente.	Sim, para a minoria dos compartilhamentos, formalmente.	Sim, para todos os compartilhamentos, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Readaptação Automática e em Tempo Real, das Atividades da Logística Interna, para Alterações nos Fornecedores

Q4.22- O envio da informação e readaptação de todas as áreas da logística interna ocorre de forma automática, e em tempo real, quando se identifica alguma alteração ou problema nos processos de fornecedores internos e externos, que impactam essas atividades?				
Não.	Sim, isso ocorre para até 25% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para até 50% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para até 75% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para mais de 90% das atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual das Atividades da Logística Interna que são Integradas com Fornecedores

Q4.23- Qual o percentual das atividades da logística interna que já trabalha de forma integrada com os fornecedores internos e externos?				
0% - 5%.	6 - 50%.	51% - 75%.	76% - 95%.	100%.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Softwares que Possibilitam as Interações com Fornecedores

Q4.24- Existem softwares (<i>middlewares</i>) que possibilitam a interação de diferentes extensões de dados entre as atividades da logística interna e fornecedores internos e externos?				
Não.	Sim, para até 25% das áreas.	Sim, para até 50% das áreas.	Sim, para até 75% das áreas.	Sim, para mais de 90% das áreas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Sistemas em Nuvem para Auxiliar as Integrações com Fornecedores

Q4.25- Existem sistemas em nuvem para acesso rápido, de todos os fornecedores internos e externos, as informações da logística interna?				
Não.	Sim, para o acesso de até 25% das informações.	Sim, para o acesso de até 50% das informações.	Sim, para o acesso de até 75% das informações.	Sim, para o acesso de mais de 90% das informações.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Planejamento para Integração Digital com Fornecedores

Q4.26- Existem iniciativas claras para iniciar o processo de integração digital em toda a cadeia de fornecedores?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 4 – INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO

SUBDIMENSÃO: INTEGRAÇÃO COM CLIENTES INTERNOS E EXTERNOS

Definição das Entradas e Saídas dos Clientes Internos e Externos

Q4.27- Existe uma definição clara das entradas e saídas dos clientes internos e externos, referentes às atividades da logística interna?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Processo para Integrações da Logística Interna com Clientes Internos e Externos

Q4.28- Existe um processo claro das integrações que devem existir entre as atividades da logística interna e seus clientes internos e externos?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Integrações Horizontais (Clientes) e Verticais das Atividades da Logística Interna

Q4.29- Quais níveis de integrações existentes entre as atividades da logística interna e as atividades de clientes internos e externos?				
Ainda não é possível uma integração entre qualquer atividade.	Integração apenas entre as atividades da logística interna.	Integração com todas as atividades da logística.	Integração entre todas as atividades da logística e clientes internos.	É possível uma integração com todos os níveis da cadeia de valor interna e com clientes externos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Integração Automática ou Autônoma com Clientes Internos e Externos

Q4.30- Se a respostas da Q4.29 for de 2 a 5. Essas integrações são realizadas de maneira automática ou até mesmo autônoma?				
Não.	Sim, para até 25% das atividades.	Sim, para até 50% das atividades.	Sim, para até 75% das atividades.	Sim, para mais de 90% das atividades.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Preparação dos Sistemas da TI e Comunicação para Facilitar as Integrações com Clientes Internos e Externos

Q4.31- Os sistemas da informação e comunicação, das atividades da logística interna, são preparados para realizar integrações com os sistemas dos clientes internos e externos?				
Não.	Sim, até 25% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, até 50% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, até 75% dos sistemas possuem esse preparo.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem esse preparo.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Tomada de Decisão Autônoma por meio das Integrações com Clientes Internos e Externos

Q4.32- Se a respostas da Q4.31 for de 2 a 5. As integrações entre processos e sistemas, das atividades da logística interna e seus clientes internos e externos, são preparados para a tomada de decisão autônoma?				
Não.	Sim, até 25% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, até 50% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, até 75% dessas integrações são preparadas e utilizadas para decisões autônomas.	Sim, mais de 90% dos sistemas possuem esse preparo.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Operadores Treinados para Facilitar as Integrações com Clientes Internos e Externos

Q4.33- Os colaboradores em todos os níveis, internos e externos, são treinados de modo a facilitar essas integrações?				
Não.	Sim, a minoria dos operadores, informalmente.	Sim, a maioria dos operadores, informalmente.	Sim, a minoria dos operadores, formalmente.	Sim, todos os operadores, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Política de Segurança para Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital com Clientes

Q4.34- Existe uma política formal, bem definida, referente ao compartilhamento de informações e propriedade digital entre as atividades da logística interna e seus clientes internos e externos?				
Não.	Sim, para a minoria dos compartilhamentos, informalmente.	Sim, para a maioria dos compartilhamentos, informalmente.	Sim, para a minoria dos compartilhamentos, formalmente.	Sim, para todos os compartilhamentos, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Readaptação Automática e em Tempo Real, das Atividades da Logística Interna, para Alterações nos Clientes

Q4.35- O envio da informação e readaptação de todas as áreas da logística interna ocorre de forma automática, e em tempo real, quando se identifica alguma alteração ou problema nos processos de clientes internos e externos, que impactam essas atividades?				
Não.	Sim, isso ocorre para até 25% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para até 50% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para até 75% das atividades da logística interna.	Sim, isso ocorre para mais de 90% das atividades da logística interna.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Percentual das Atividades da Logística Interna que são Integradas com Clientes

Q4.36- Qual o percentual das atividades da logística interna que já trabalha de forma integrada com os clientes internos e externos?				
0% - 5%.	6 - 50%.	51% - 75%.	76% - 95%.	100%.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Softwares que Possibilitam as Interações com Clientes

Q4.37- Existem softwares (<i>middlewares</i>) que possibilitam a interação de diferentes extensões de dados entre as atividades da logística interna e clientes internos e externos?				
Não.	Sim, para até 25% das áreas.	Sim, para até 50% das áreas.	Sim, para até 75% das áreas.	Sim, para mais de 90% das áreas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Sistemas em Nuvem para Auxiliar as Integrações com Clientes

Q4.38- Existem sistemas em nuvem para acesso rápido, de todos os clientes internos e externos, as informações da logística interna?				
Não.	Sim, para o acesso de até 25% das informações.	Sim, para o acesso de até 50% das informações.	Sim, para o acesso de até 75% das informações.	Sim, para o acesso de mais de 90% das informações.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Planejamento para Integração Digital com Clientes

Q4.39- Existem iniciativas claras para iniciar o processo de integração digital em toda a cadeia de clientes?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades, formalmente.	Sim, para todas as atividades, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

DIMENSÃO 4 – INTEGRAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS, PROCESSOS E PARCEIROS DE NEGÓCIO

SUBDIMENSÃO: SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DA PROPRIEDADE DIGITAL

Política de Segurança para Compartilhamento de Informações e Propriedade Digital Internas e Externas

Q4.40- Existe uma política documentada e claramente comunicada, interna e externamente, referente ao compartilhamento de informação e propriedade digital que proteja as atividades da logística interna (e conseqüentemente a empresa) contra fraudes cibernéticas?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades internas e externas, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades internas e externas, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades internas e externas, formalmente.	Sim, para todas as atividades internas e externas, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Comunicação e Treinamentos para Colaboradores Internos e Externos sobre Segurança da Informação

Q4.41- Os colaboradores, clientes e fornecedores, internos e externos, estão claramente informados quanto essa política e recebem treinamentos frequentes?				
Não.	Sim, até 25% dos colaboradores internos e externos são frequentemente informados e treinamentos.	Sim, até 50% dos colaboradores internos e externos são frequentemente informados e treinamentos.	Sim, até 75% dos colaboradores internos e externos são frequentemente informados e treinamentos.	Sim, mais de 90% dos colaboradores internos e externos são frequentemente informados e treinamentos.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Política de Segurança da Informação em Fornecedores e Clientes Externos

Q4.42- Os fornecedores e clientes externos possuem sua própria política de segurança da informação e proteção cibernética?				
Não.	Sim, até 25% possuem.	Sim, até 50% possuem.	Sim, até 75% possuem.	Sim, mais de 90% possuem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Integração entre as Políticas da Segurança da Informação

Q4.43- Se a respostas da Q4.42 for de 2 a 5. Essas políticas podem ser integradas as políticas das atividades da logística interna e, conseqüentemente, com as atividades da empresa?				
Não.	Sim, para até 25% dos requisitos das políticas.	Sim, para até 50% dos requisitos das políticas.	Sim, para até 75% dos requisitos das políticas.	Sim, para mais de 90% dos requisitos das políticas.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Nível de Preparo dos Softwares de Segurança da Logística Interna para as Integrações

Q4.44- Os softwares de proteção contra fraude cibernética, das atividades da logística interna, são preparados para atuarem em sistemas integrados com clientes e fornecedores?				
Não.	Sim, até 25% dos softwares possuem esse preparo.	Sim, até 50% dos softwares possuem esse preparo.	Sim, até 75% dos softwares possuem esse preparo.	Sim, mais de 90% dos softwares possuem esse preparo.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Nível de Preparo dos Softwares de Segurança de Fornecedores e Clientes Externos para as Integrações

Q4.45- Os softwares dos fornecedores e clientes externos também aceitam essa integração?				
Não.	Até 25% dos softwares aceitam.	Até 50% dos softwares aceitam.	Até 75% dos softwares aceitam.	Mais de 90% dos softwares aceitam.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Existência de Iniciativas para Integrações entre Todos os Softwares de Proteção Cibernética

Q4.46- Existem iniciativas para a integração dos softwares de proteção cibernéticas das atividades da logística interna com fornecedores e clientes externos?				
Não.	Sim, para a minoria das atividades e softwares, informalmente.	Sim, para a maioria das atividades e softwares, informalmente.	Sim, para a minoria das atividades e softwares, formalmente.	Sim, para todas as atividades e softwares, formalmente.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Comentários:				

Softwares de Proteção Atuando no Armazenamento em Nuvem

Q4.47- Quando ocorre o armazenamento da informação em nuvem, os softwares de proteção cibernética, das atividades da logística interna, clientes e fornecedores, atuam em conjunto para a proteção da utilização e armazenagem de dados?				
Não.	Sim, em até 25% dos sistemas de armazenagem em nuvem.	Sim, em até 50% dos sistemas de armazenagem em nuvem.	Sim, em até 75% dos sistemas de armazenagem em nuvem.	Sim, em mais de 90% dos sistemas de armazenagem em nuvem.
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>