

Sandro Breval Santiago

**MEDIÇÃO DA INTEROPERABILIDADE LOGÍSTICA COM
USO DO MODELO DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS**

Tese submetida ao Programa de
Pós-graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal
de Santa Catarina para a obtenção
do Grau de Doutor em Engenharia
de Produção
Orientador: Prof. Dr. Carlos Manoel
Taboada Rodriguez

Florianópolis
2017

Santiago, Sandro Breval Santiago

Medição da Interoperabilidade Logística com uso do modelo de equações estruturais : Modelo de medição da interoperabilidade logística / Sandro Breval Santiago Santiago ; orientador, Carlos Manoel Taboada Rodriguez Rodriguez, 2017.

237 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Interoperabilidade. 3. Logística. 4. Equações Estruturais. 5. PLS-PM. I. Rodriguez, Carlos Manoel Taboada Rodriguez. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título

Sandro Breval Santiago

**MEDIÇÃO DA INTEROPERABILIDADE LOGÍSTICA COM
USO DO MODELO DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor e aprovada em sua forma final pelo Programa Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 16 de novembro de 2017.

Prof^ª. Lucila Maria de Souza Campos, Dr^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Carlos Manuel Taboada Rodriguez, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Diego de Castro Fetterman, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Enzo Morosini Frazzon, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Neimar Follmann, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Ileana Gloria Perez Vergara, Dr^a (videoconferência)
Universidad de San Buenaventura Cali

Este trabalho é dedicado à minha mãe
(*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Senhor de minha vida

A Minha mãe Auristela pelo seu exemplo e educação que me deu

A minha família

A minha esposa Mirian, aos meus filhos Gabriela e Samuel que me deram apoio incondicional nesta caminhada

Aos meus irmãos da vida Marx, Orlem e Elias

Ao Prof. Dr. Carlos Manoel Taboada Rodriguez pela sua importância como orientador, como pessoa e grandeza

Aos meus colegas do PPGEP

Aos amigos do ITEGAM Jandecy, Tereza e Jorge Moya

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio e suporte

A Universidade Federal do Amazonas pela confiança e a meus colegas do Departamento de Administração

A Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e professores pela oportunidade

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram na minha trajetória

Texto da Epígrafe. Citação relativa ao tema do trabalho. É opcional. A epígrafe pode também aparecer na abertura de cada seção ou capítulo.

(Autor da epígrafe, ano)

RESUMO

O modelo de medição da interoperabilidade logística (IOL) pode contribuir para a melhoria da operação, responsividade e custos das organizações, no que tange às operações logísticas, portanto o objetivo principal desta tese é contribuir para o desenvolvimento de um modelo de medição do grau de interoperabilidade logística, bem como a criação e sustentação teórica do conceito de interoperabilidade logística (IOL). A partir do método de pesquisa estabelecido foi construído um portfólio que serviu de base para a elaboração do modelo conceitual que foi discutido e legitimado com especialistas da área de logística do Pólo Industrial de Manaus (PIM). Tal modelo conceitual contemplou as seguintes variáveis latentes exógenas: estratégia, logística inbound, logística outbound e logística interna, como também a variável endógena a própria IOL. As variáveis observáveis ou indicadores foram construídas resultando 13 indicadores (Abastecimento, Nível Organizacional, Transporte Interno, Distribuição, Operador Logístico, Usabilidade, Armazenagem, Produção, Sistemas, Simulação e Estratégias de relacionamento com fornecedores, clientes e cadeia de suprimento) e 76 variáveis. A modelagem de equações estruturais (MEE) foi utilizada para a construção do modelo de medição. A técnica de estimação dos parâmetros adotada para a aplicação da MEE foi a dos mínimos quadrados parciais (Partial Least Square Path Modelling PLS-PM) por meio do software SmartPLS®. Os resultados apontaram inicialmente a aderência do modelo proposto, por meio das suas respectivas validades convergente e discriminante, consistência, confiabilidade, coeficiente estruturais, validade preditiva (Q^2) e tamanho do efeito (f^2). A partir da aplicação do modelo do modelo em empresa industrial do PIM, pode-se perceber sua relevância, como o Alpha de cronbach acima de 0,7, AVE (Average Variance Extracted) acima de 0,5 e a avaliação dos coeficientes de determinação de Pearson (R^2), com um elevado grau de ajuste quanto à explicação da variável endógena (IOL) com 98%. O modelo proposto, com seus respectivos módulos (mensuração e estrutural), para medir a IOL (inclusive demonstrados os Efeitos) é a contribuição científica desta pesquisa sobre o tema da interoperabilidade.

Palavras-chave: Logística. Interoperabilidade. Equações Estruturais.

ABSTRACT

The logistic interoperability (IOL) measurement model can contribute to the improvement of the operations, responsiveness and costs of the organizations, in terms of logistics operations, so the main objective of this thesis is to contribute to the development of a measurement model of the degree of interoperability, as well as the theoretical creation and support of the concept of logistic interoperability (IOL). Based on the established research method, a portfolio was built that served as a basis for the elaboration of the conceptual model that was discussed and legitimized with specialists from the logistics area of the Industrial Hub of Manaus (PIM). Such conceptual model contemplated the following exogenous latent variables: strategy, inbound logistics, outbound logistics and internal logistics, as well as the endogenous variable the IOL itself. The observable variables or indicators were constructed resulting in 13 indicators (Supply, Organizational Level, Internal Transport, Distribution, Logistic Operator, Usability, Storage, Production, Systems, Simulation and Relationship Strategies with suppliers, customers and supply chain) and 76 variables. The structural equation modeling (MEE) was used to construct the measurement model. The parameter estimation technique adopted for the MEE application was the Partial Least Square Path Modeling (PLS-PM) using the SmartPLS® software. The results indicated the adherence of the proposed model, through its convergent and discriminant validity, consistency, reliability, structural coefficient, predictive validity (Q^2) and size of the effect (f^2). From the application of the model of the model in an industrial company of the PIM, one can perceive its relevance, as the Alpha of Cronbach above 0.7, AVE (Average Variance Extracted) above 0.5 and the evaluation of the coefficients of determination of Pearson (R^2), with a high degree of adjustment regarding the explanation of the endogenous variable (IOL) with 98%. The proposed model, with its respective modules (measurement and structural), to measure IOL (including demonstrated the Effects) is the scientific contribution of this research on the subject of interoperability.

Keywords: Interoperability. Logistics. Structural Equation modelling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Método da Pesquisa.....	43
Figura 2.2 - Macroetapas do processo de Revisão Sistêmica	48
Figura 2.3 - Fragmento do processo para seleção de artigos	51
Figura 2.4 - Relevâncias dos periódicos no Portfólio Bibliográfico	52
Figura 2.5 – Autores mais citados no Portfólio Bibliográfico	53
Figura 2.6 - Análise do fator de impacto de cada periódico	53
Figura 2.7 – Palavras-chave mais citadas no portfólio.....	54
Figura 2.8 – Alcance da interoperabilidade na área de sistemas.....	55
Figura 3.1 - Elementos básicos da Logística.....	59
Figura 3.2 - Cadeia de valor.....	64
Figura 3.3 - Impactos da TI na gestão da cadeia logística	74
Figura 3.4 - Impacto da EDI e TIC nas atividades logísticas.....	79
Figura 3.5 -Elementos de colaboração logística.....	95
Figura 4.1 - Potencialidade Interoperável em nível de negócios	112
Figura 4.2 - Matriz de compatibilidade da interoperabilidade	115
Figura 4.3 - Visão da Interoperabilidade na logística	130
Figura 5.1 - Indicador reflexivo de medida.....	133
Figura 5.2 - Indicador Formativo de medida.	135
Figura 5.3 - Modelo MIMIC	137
Figura 5.4 - Comparativo SEM Variância x SEM Componentes	139
Figura 6.1 - Tela do software G*Power	167
Figura 6.2 - Modelo de mensuração com suas VO's.	171
Figura 6.3 - Modelo estrutural com as VL's e respectivas VO's.....	172
Figura 6.4 - Tipos de estimação do Algoritmo PLS.....	174
Figura 6.5 - MEE com os valores dos testes <i>t</i> de <i>Student</i> (Bootstrapping).....	180
Figura 6.6 – Resumo das fases da pesquisa e seus resultados.....	188
Figura 7.1 - Modelo completo (Módulo Estrutural e Mensuração) ...	190
Figura 7.2 – Leitura para a aplicabilidade gerencial do modelo	191

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Artigos escolhidos aleatoriamente para checagem inicial	49
Quadro 3.1 – Impacto da EDI e TIC nas atividades logísticas.....	76
Quadro 3.2 – Interseções entre Produção - Logística.....	84
Quadro 3.3 – Interseções entre marketing e produção	85
Quadro 3.4 – Métodos de colaboração nos processos logísticos.....	96
Quadro 3.5 – Principais mudanças relacionais – cliente x fornecedor	101
Quadro 4.1 – Definições da Interoperabilidade.....	107
Quadro 4.2 - Quadro sinótico dos modelos de mensuração de interoperabilidade	118
Quadro 4.3 - Codificação das aplicações de uso da interoperabilidade	121
Quadro 4.4 - Classificação do portfólio pelos critérios propostos	122
Quadro 4.5 - Classificação da Interoperabilidade por aplicação	126
Quadro 6.1 – Variáveis e indicadores do modelo conceitual	165
Quadro 6.2 - Diferenças entre os modelos formativo e reflexivo	168
Quadro 6.3 - Critérios de análise do eixo conclusivo I	185
Quadro 6.4 - Critérios de análise do eixo conclusivo II	186
Quadro 6.5 - Critérios de análise do eixo conclusivo III.....	186

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1 - Validade Convergente (cálculo do AVE)	175
Tabela 6.2 - Consistência Interna e Confiabilidade composta	176
Tabela 6.3 - Validade Discriminante – Nível de itens	176
Tabela 6.4 – Validade Discriminante – Correlações entre VL.....	178
Tabela 6.5 - Outer Loadings	180
Tabela 6.6 - Validade Preditiva (Q^2) ou indicador de Stone-Geisser..	181
Tabela 6.7 - Tamanho do efeito (f^2) ou Indicador de Cohen.....	182
Tabela 6.8 - Efeitos Totais	183

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3PL – Operador Logístico
ECR – Sistema de código de barras
ERP – Sistemas Enterprise Resource Planning
IOL – Interoperabilidade logística
JIT – Sistema Just-in-Time
MEE – Modelagem de equações estruturais
MRP – Material Resource Planning
OEE – Eficiência geral de máquinas
PCP – Planejamento e Controle de produção
PLS – Partial Least Square (técnica dos Mínimos Quadrados Parciais)
RFID – Identificação por Rádio Frequência
SCM – Supply Chain Management (Cadeia de Suprimentos)
TMS – Transport Management Systems
VL – Variável Latente
VO – Variável Observada ou manifesta
WMS – Warehouse Management System

LISTA DE SÍMBOLOS



Variável observável ou indicador



Variável latente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	30
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	30
1.2	JUSTIFICATIVA	32
1.3	PROBLEMA DA PESQUISA	34
1.4	OBJETIVOS	34
1.4.1	Objetivo geral.....	34
1.4.2	Objetivos específicos	34
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	35
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	35
2	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	37
2.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	37
2.1.1	Objetivo da Pesquisa.....	37
2.1.2	Lógica da Pesquisa.....	38
2.1.3	Processo de Pesquisa.....	38
2.1.3.1	Coleta de dados	38
2.1.3.2	Abordagem do Problema	39
2.1.4	Resultado da Pesquisa	40
2.1.5	Procedimentos Técnicos	40
2.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	42
2.2.1	Fases 1, 3 e 8	44
2.2.2	Fases 2 e 4	44
2.2.3	Fase 5.....	44
2.2.4	Fases 6 e 7	45
2.2.5	Fases 10 e 11	46
2.2.6	Fases Finais (12 a 14)	46
2.3	SELEÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO	47
2.3.1	Processo de seleção.....	47
2.3.2	Seleção do Banco de Artigos Brutos	48
2.3.2.1	Definição das palavras-chaves	48
2.3.2.2	Definição dos bancos de dados	49
2.3.2.3	Busca dos artigos no BD com as palavras-chave	49
2.3.2.4	Teste de aderência das palavras-chave.....	49
2.3.3	Filtragem do banco de artigos brutos.....	50
2.4	RESULTADO DO MAPEAMENTO do EIXO 1.....	52
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O MAPEAMENTO	54
2.6	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	55
3	LOGÍSTICA.....	57
3.1	CONCEITO DE LOGÍSTICA	57
3.2	EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA	59
3.3	BASE TEÓRICA LOGÍSTICA DOS CONSTRUTOS	63
3.3.1	Logística Inbound	63
3.3.1.1	Abastecimento	65
3.3.1.2	Nível Organizacional	69

3.3.1.3	Transporte interno.....	70
3.3.2	Logística Interna	72
3.3.3	Sistemas de Informação e Simulação	73
3.3.3.1	Armazenagem.....	81
3.3.3.2	Produção	82
3.3.4	Logística Outbound	86
3.3.4.1	Distribuição	89
3.3.4.2	Operador Logístico	91
3.3.4.3	Níveis de uso das informações e ativos	93
3.3.5	Estratégia.....	98
3.3.5.1	Estratégia de relacionamento com Clientes	99
3.3.5.2	Estratégia de relacionamento da cadeia de suprimentos	99
3.3.5.3	Estratégia de relacionamento com Fornecedores	100
3.4	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	102
4	ASPECTOS DA INTEROPERABILIDADE	103
4.1	INTEROPERABILIDADE.....	103
4.1.1	Conceitos iniciais.....	103
4.2	APLICAÇÕES.....	108
4.3	BARREIRAS	113
4.4	ASPECTOS ONTOLÓGICOS	115
4.5	MODELOS DE MEDIÇÃO	116
4.6	INTEROPERABILIDADE LOGÍSTICA	120
4.7	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	131
5	EQUAÇÕES ESTRUTURAIS.....	132
5.1	CONCEITOS GERAIS.....	132
5.1.1	Indicadores do Modelo de Mensuração	132
5.1.1.1	Indicador Reflexivo	133
5.1.1.2	Indicador Formativo	134
5.2	ENFOQUES PARA A ESTIMAÇÃO DE MODELOS	137
5.2.1	Estimação de SEM com o enfoque de covariâncias	139
5.2.2	Tamanho da Amostra.....	142
5.2.3	Índices de Ajustes	143
5.2.3.1	Modelo χ^2	143
5.2.3.2	RMSEA Steiger-Lind (Root Mean Square Error of Approximation)	144
5.2.3.3	CFI Bentler (Comparative Fit Index).....	144
5.2.3.4	SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)	145
5.2.3.5	Coefficiente de determinação R^2 de variáveis latentes endógenas ..	145
5.3	ESTIMAÇÃO SEM BASEADA EM VARIÂNCIAS (PLS).	145
5.3.1	Operação do método.....	146
5.3.2	Cálculo do valor da variável latente	147
5.3.3	Estimação dos pesos internos.....	148
5.3.4	Características do método.....	150
5.3.4.1	Vantagens do método pls.....	151
5.3.4.2	Desvantagens do método PLS	152

5.4	INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	152
5.4.1	Confiabilidade e validade do modelo de mensuração	153
5.4.1.1	Reflexivo	153
5.4.1.2	Formativo	156
5.4.2	Estimação do modelo estrutural	158
5.4.3	Avaliação de precisão com métodos não paramétricos	159
5.4.3.1	Bootstrapping	159
5.4.3.2	Jack-knife	161
5.4.3.3	Stone-Geisser`s Q^2	162
5.4.3.4	Ajuste Global	163
5.5	CONCLUSÕES	164
6	MODELO PARA MEDIR A IOL.....	165
6.1	ANÁLISE DOS MODELOS CONCEITUAIS	165
6.1.1	Conceitos iniciais	165
6.1.2	Tamanho da Amostra	166
6.2	MODELO DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS PROPOSTO	167
6.2.1	Outer Model (Modelo de mensuração).....	167
6.2.2	Inner Model (Modelo Estrutural).....	172
6.3	ALGORITMO PLS-PM.....	172
6.4	ANÁLISE DO MODELO (AJUSTES).....	174
6.4.1	Módulo de mensuração.....	174
6.4.1.1	Validade Convergente	174
6.4.1.2	Consistência Interna e Confiabilidade composta	175
6.4.1.3	Validade Discriminante	176
6.4.2	Módulo estrutural	178
6.4.2.1	Coefficiente de determinação de Pearson (R^2)	178
6.4.2.2	Bootstrapping - reamostragem	179
6.4.2.3	Relevância ou Validade Preditiva (Q^2 Stone-Geisser)	181
6.4.2.4	Tamanho do efeito (f^2) ou Indicador de Cohen	182
6.4.2.5	Índice de adequação do modelo (GoF – Goodness of Fit)	182
6.4.2.6	Estudo dos Efeitos e IOL	182
6.5	RESULTADOS DO MODELO APLICADO	183
6.5.1	Eixos conclusivos	185
6.6	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	187
7	CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES FUTURAS	189
7.1	CONCLUSÕES GERAIS	189
7.1.1	Resultados da aplicação do Modelo de medição da IOL	189
7.1.2	Cumprimento dos objetivos da tese.....	190
7.2	aspectos da aplicabilidade do modelo	191
7.3	IMPLICAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICO- ACADÊMICAS	192
7.3.1	SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	192
	REFERÊNCIAS.....	193
	APÊNDICE A	232
	APÊNDICE B.....	237

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A logística possui papel estratégico nas organizações. De um lado é um gerador de custos, o que no Brasil, representa cerca de 13,2% do Produto Interno Bruto (PIB). Por outro, representa um meio de diferenciar a empresa ou, pelo menos, atender às exigências do mercado.

O equilíbrio entre os dois extremos passa pela apropriação de atributos, como a agilidade, a integração e a mensuração do desempenho. Ou seja, entre outras coisas, a logística precisa ser rápida e flexível, integrar as atividades, os clientes e os fornecedores e acompanhar seus resultados, medindo seu desempenho.

O desenvolvimento da logística direciona as empresas à integração e a construção de alianças estratégicas. Portanto, de forma mais estratégica, direciona para ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, onde ocorrem as parcerias e sinergias entre fornecedores e clientes visando a criação de um fluxo contínuo, desde a origem finalizando no consumidor final. Considerando as tendências de globalização, estes fluxos têm tido um alcance multinacional.

Entretanto, as diferenças existentes entre as empresas e entre a forma como as próprias atividades da logística são gerenciadas levam a rupturas nos fluxos de materiais e de informações. Analisando-se a interoperabilidade, um atributo almejado na área de sistemas de informação, observou-se que seus princípios também podem ser aplicados à logística.

Dentro do conceito de cadeia de suprimentos, pode-se enxergar a eliminação das fronteiras organizacionais, onde a transação em si dá espaço para a força da organização virtual, com foco nas partes da operação em si. Esse novo escopo, segundo Christopher (1999, p.13), “demonstra uma rede de organizações, por meio de interações bilateralmente, dos diferentes processos e atividades que influenciam na geração de valor na forma de produtos e serviços disponibilizados ao consumidor final.”, e sobretudo a entrega, e percepção de valor, ao cliente, compartilhamento de dados, ativos e conhecimento e minimização de investimentos.

No viés global podemos arguir a partir de pesquisas da Universidade de Michigan/EUA (1995), que identificou algumas competências básicas essenciais para a logística, dentre elas: integração, posicionamento, medição e agilidade.

Esta integração alcança a cadeia de suprimentos, uso de tecnologia de informação, padronização, racionalização de processos, tornando-se uma tendência corporativa, sobretudo em multinacionais, envolvendo parcerias, terceirização e etc. Propiciando um direcionamento da organização para o seu “core business”, ou seja, as atividades da cadeia de valor onde obtêm vantagem (CHRISTOPHER,1999).

Alguns autores como (LYNCH; WHICKER, 2008; PARRY *et al.*, 2010; CHOI;NARASIMHAN;KIM, 2012) demonstram a queda do desempenho organizacional e das vantagens competitivas quando as funções, e atividades, internas de uma empresa operam com “muros” funcionais, como se fossem “feudos” ao invés de operarem com interdependência.

A integração interfuncional corrobora para a gestão efetiva dos relacionamentos e possíveis conflitos (na rede), permitindo maximizar o desempenho empresarial (CHEN *et al*, 2008; DAUGHERTY, 2009).

A capacidade da organização de atuar, de forma interoperável, em seu ambiente empresarial constitui uma importante vantagem competitiva, já que pode reduzir custos, ajustar o tempo de resposta e ainda, possibilitar um maior alcance de suas operações, uma vez que a interoperabilidade amplia a capacidade de interação de processos, informações, equipamentos e sistemas (DACLIN *et al*, 2006).

Com o crescimento dos sistemas de informação, as organizações passaram a necessitar, e utilizar, mais fluxos de dados em todos os níveis organizacionais (MANOLA, 1995). Nos anos 2000 adicionam-se os simuladores com utilização em diversos segmentos e níveis empresariais (BRUZZONE *et al*, 2005; FENIES *et al*, 2006).

Tais cenários fizeram com que as empresas se adaptassem quanto às suas relações com seus *stakeholders*, já que precisavam obter ganhos melhores na cadeia produtiva, daí insere-se a interoperabilidade como instrumento de interdependência e similaridade semântica.

O avanço da necessidade da interoperabilidade ocorre a partir dos anos 90, com o desenvolvimento e evolução dos sistemas de informação e um aumento dos fluxos de dados em todos os níveis organizacionais e entre as próprias organizações. Tal cenário fez com que as empresas modificassem suas relações com seus parceiros, já que ambos necessitavam obter ganhos maiores na cadeia produtiva (MANOLA,1995)

Paralelamente, a logística também viabiliza uma melhor relação entre fornecedores e clientes. Faz isso, por meio da coordenação do fluxo material e das informações relacionadas. Dessa forma, a logística atua

como elemento sincronizador entre a oferta e a demanda (BALLOU, 2009).

Na literatura, a interoperabilidade já foi estudada em áreas como sistemas de informação, no suporte à gestão da produção, em simuladores. Ou seja, este conceito e suas aplicações são abrangentes e permeiam diversos tipos de negócios (BRUZZONE *et al.*, 2005; BUYUKOZKAN *et al.*, 2011).

Entende-se que a capacidade de uma organização de atuar de forma interoperável, interna e externamente, constitui uma importante vantagem competitiva, já que pode reduzir custos, ajustar o tempo de resposta e ainda, possibilitar um maior alcance de suas operações, uma vez que a interoperabilidade viabiliza a interação entre processos, compartilhamento de informações, de equipamentos e sistemas de diferentes organizações (DACLIN *et al.*, 2006; LIAO *et al.*, 2006).

Observa-se, desta forma, que a inclusão de elementos da interoperabilidade nos estudos da logística podem ser relevantes para a evolução da área. Ou seja, se de um lado, as empresas percebem a necessidade de compartilharem informações, ações e estruturas com seus clientes e fornecedores e, para isso, se utilizam de aspectos da interoperabilidade, e se de outro a logística é um importante elemento de conexão entre as empresas, no que se refere ao fluxo material e às informações relacionadas, pressupõe-se que a interoperabilidade e a logística, em conjunto, oferecem às organizações importantes elementos para a efetividade das relações empresariais, em todos os elos logísticos.

Contudo, a importância de desenvolver um conceito de interoperabilidade logística, bem como o modelo de medição, está na latência das organizações quanto aos ganhos de eficiência, onde atualmente a interoperabilidade vem sendo aplicada na gestão, mas, ainda não, diretamente na logística.

A partir do termo teórico, será desenvolvido um modelo de medição do grau de interoperabilidade logística (IOL), com base em aplicações e referenciais diretos da área de logística. A importância desta medição está no atual contexto em que as empresas atuam, ensejando questões relativas a produtividade, responsividade e gestão.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com base na análise de conteúdo preliminar, no portfólio inicial, pode-se codificar as categorias e subcategorias, identificando que o tema da interoperabilidade é dominado no segmento de sistemas e simulação (GOTTSCHALK, 2009; DACLIN *et al.*, 2006; CHITUC *et al.*, 2007;

INKINEN *et al*, 2009; VERDECHO *et al*, 2012; LENDERMANN *et al*, 2003; FENIES *et al*, 2006; HAN *et al*, 2005; BRUZZONE *et al*, 2005; BUYUKOZKAN *et al*, 2011; TALEVSKI *et al*, 2005).

E ainda, a abrangência da interoperabilidade na SCM é de forma indireta (LENDERMANN *et al*, 2003; HELO E SZEKELY *et al*, 2005; DE LA FUENTE *et al*, 2008; WEICHHART *et al*, 2010; BLATTERT, 2012), seja pelo uso de sistemas de informação ou simuladores, seja por compartilhamento de informações para a tomada de decisão (PARK *et al*, 2006; YE *et al*, 2008; CHEN *et al*, 2010; SMIRNOV *et al*, 2010).

Uma visão mais ampla é dada por Wang e Wang (2009) que trata a interoperabilidade como a capacidade de trabalhar em conjunto com outras empresas, atuando na troca de informações e equipamentos, com o mínimo de impacto final sobre as mesmas. Observa-se que além das informações, o autor também trata dos equipamentos, perpetuando a aplicação do conceito que originariamente era restrito à área de sistemas de informação (FIGAY *et al*, 2008).

A partir da análise preliminar e com base no supracitado, pode-se afirmar que é relevante a concepção, estudo e medição da interoperabilidade logística.

A principal contribuição para a logística, deste novo conceito, é o ganho semântico no gerenciamento dos fluxos (mercadorias, serviços e informações) emanados dos diversos *stakeholders* visando o atendimento dos requisitos do cliente, inclusive internamente na cadeia de suprimentos, além de fornecedores.

A percepção obtida na literatura, combinada com a classificação dos trabalhos, é do uso da interoperabilidade de forma indireta à logística, como suporte de atuação, demonstrando a lacuna conceitual existente.

Em Flynn *et al* (2010), Zsidisin *et al* (2015) e Prajogo *et al* (2016), foram identificados importantes atributos para o desenvolvimento da cadeia logística, dentre os quais está a integração. Pagell (2004) define a integração como “o processo de interação e colaborativo, onde a manufatura, compras/aquisição e logística trabalham juntos de forma cooperativa e compartilhada para chegar a melhores resultados organizacionais”.

Atualmente, a integração alcança a relação com fornecedores e clientes, onde a integração, colaboração, compartilhamento e interação são aspectos também trabalhados pela interoperabilidade.

Certamente a construção deste conceito e modelo de medição trará aspectos positivos relevantes no âmbito da cadeia de suprimentos, na logística reversa, no transporte, na gestão de estoques dentre outros aspectos relativos à cadeia produtiva e de distribuição.

A logística atua diretamente, ou como suporte para o desenvolvimento empresarial, no instante em que a literatura não contempla um estudo estruturado sobre a interoperabilidade logística, e esta lacuna é a problemática que este trabalho visa atender, com a construção do conceito e formulação do modelo de medição do grau de IOL.

1.3 PROBLEMA DA PESQUISA

A constatação de que faltam estudos teóricos e empíricos reais quanto à interoperabilidade logística, com pesquisas voltadas para o desenvolvimento do conceito e modelos de medição, que estejam alinhados com as necessidades reais e aplicadas na prática, bem como a ausência de estudos que relacionem a interoperabilidade com equações estruturais, direcionam o presente trabalho, e caracterizam seu ineditismo.

Pode-se constatar na literatura, a preocupação conceitual voltada para o fluxo informacional que por sua vez tangencia as questões logísticas – indiretamente – com possibilidades de aplicações e práticas da interoperabilidade. (CHEN e DACLIN, 2006; CHEN *et al*, 2010; MARCONDES; SAYÃO, 2001).

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo responder ao seguinte problema de pesquisa: “Como deve ser concebida e medida a interoperabilidade logística (IOL) de uma organização, visando obter responsividade e ganhos em seus fluxos (materiais e informações) ?”

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Tem-se como objetivo desenvolver um modelo para medir a interoperabilidade logística das empresas industriais, com base na modelagem das equações estruturais.

1.4.2 Objetivos específicos

Para que se alcance o objetivo geral, é necessário:

- Investigar e estabelecer o conceito de IOL;
- Definir os critérios e indicadores para a IOL;
- Desenvolver o modelo de medição da IOL;
- Aplicar a ferramenta em empresa industrial do PIM.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho tem abrangência de desenvolver um modelo de medição de IOL no âmbito de empresa industrial, a partir de pesquisas empíricas em níveis estratégicos e táticos da organização.

Com delimitações da presente pesquisa, têm-se:

- Nos aspectos relativos à logística interna foram considerados, para fins de estimação, a armazenagem, produção, sistemas e simulação;
- Quanto à logística *outbound* foram considerados a distribuição, operador logístico e tipo de uso;
- Na logística *inbound* foram contemplados os aspectos do abastecimento, nível organizacional e transporte;
- Na parte estratégica contempla as relações com fornecedores, clientes, com a cadeia de suprimentos e nível organizacional;

O presente trabalho não contempla empresas de serviços, de varejo dentre outros segmentos não afetos ao industrial.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em 7 (sete) capítulos, sendo o presente o capítulo 1 que contempla a introdução, contextualização da pesquisa, bem como a sua justificativa, problemática, questão problema, e objetivos (geral e específicos).

No capítulo 2 apresenta os procedimentos metodológicos contemplando o método da pesquisa utilizada para o levantamento bibliográfico, bem como a metodologia utilizada na tese para a resolução da problemática.

Logo em seguida, já no capítulo 3, a revisão da literatura com abordagem nos aspectos da logística, logística interna, logística *inbound*, logística *outbound*, cadeia de suprimentos e estratégias de relacionamentos com clientes, fornecedores e SCM.

Completando o estudo do marco teórico no capítulo 4 são apresentados os aspectos relativos à interoperabilidade com seus conceitos, aplicações e barreiras, finalizando na interoperabilidade logística.

O capítulo 5 contempla a ferramenta de Modelagem de Equações Estruturais para construção do modelo estrutural e suas respectivas análises: fatorial, confiabilidade e relações causais.

A aplicação do Modelo de Equações Estruturais, a partir do modelo conceitual elaborado, com vistas à medição da interoperabilidade logística será apresentado no capítulo 6.

Por fim, no capítulo 7 são apresentadas as conclusões da presente pesquisa, evidenciando o cumprimento dos objetivos geral e específicos estabelecidos, recomendando possibilidades de trabalhos futuros.

2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Este capítulo aborda a metodologia adotada para a realização deste trabalho, contemplando a classificação, métodos e roteiro do desenvolvimento da pesquisa. Em seguida, faz um do método utilizado na pesquisa e a abordagem prática adotada para alcançar os objetivos da tese, como também o estudo bibliométrico.

A presente pesquisa tem a natureza aplicada e experimental, de caráter exploratório, descritivo e explicativo, com abordagem quantitativa já que objetiva a criação de um modelo de medição.

O viés teórico-empírico visa delinear um modelo de medição do grau de interoperabilidade logística, por meio de uma revisão sistemática da literatura e aplicação de um estudo de caso. Tais classificações e etapas da pesquisa serão detalhadas nos tópicos subsequentes.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para Silva e Meneses (2001, p. 20) uma pesquisa pode ser classificada de quatro formas: 1) quanto à natureza; 2) quanto à forma de abordagem do problema; 3) quanto aos objetivos; e 4) quanto aos procedimentos técnicos.

Marconi e Lakatos (2008) dita sobre a classificação da pesquisa quanto à sua abordagem, objetivos e procedimentos.

Com base em Ensslin et al (2010; 2012), para fins de escopo metodológico, foram definidos os seguintes itens: i) o objetivo da pesquisa; ii) a lógica da pesquisa; iii) o processo da pesquisa; iv) o instrumento utilizado pela pesquisa.

2.1.1 Objetivo da Pesquisa

Na literatura é possível identificar a classificação das pesquisas nos seguintes conjuntos: exploratórias, descritivas e explicativas. O presente estudo está classificado como pesquisa exploratória, onde contempla levantamentos bibliográficos e entrevistas (GIL,2008).

Tal classificação corrobora com a necessidade inicial da pesquisa de varredura na literatura para o desenvolvimento dos construtos e definições iniciais para o modelo de medição.

Em Malhotra (2012), a pesquisa qualitativa traz a visão e compreensão do contexto do problema, ao passo que a pesquisa quantitativa objetiva quantificar dados analisá-los através de técnicas estatísticas. Cauchick Miguel *et al* (2010) afirmam que a característica

distintiva entre a pesquisa qualitativa e a quantitativa está na ênfase que a primeira dá à perspectiva ao objeto estudado. Para Demo (2001) essas abordagens não são dicotômicas nem excludentes, visto que buscam explicar um fenômeno sob diferentes perspectivas.

A natureza do presente trabalho, relativamente aos objetivos da pesquisa, é do tipo exploratória-descritiva: exploratória, já que pretende construir o conhecimento sobre o tema, via processo de seleção e análise bibliométrica (Proknow C); descritiva, pois descreve as características dos trabalhos que compõem o portfólio bibliográfico, em termos de periódicos que publicaram sobre o tema, artigos representativos, autores e palavras-chaves (DE OLIVEIRA LACERDA, 2012; ENSSLIN et al,2010;2012).

2.1.2 Lógica da Pesquisa

Quanto à lógica do presente trabalho, é considerado indutiva já que propicia a geração de conhecimento, acerca de um tema de pesquisa, que ainda não foi muito desenvolvido (MARCONI e LAKATOS, 2008). A geração do conhecimento é resultante da seleção do portfólio bibliográfico e criação do modelo de medição.

2.1.3 Processo de Pesquisa

2.1.3.1 Coleta de dados

Dentro do processo de pesquisa, a coleta de dados deu-se através de entrevista semi-estruturada, ordenada pelo roteiro com foco à formulação questões afetas ao tema a ser investigado (TRIVIÑOS, 1987; MANZINI; BONATO, 2008). Quanto às coletas de dados foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Entrevista, de acordo com Cauchick Miguel (2010) onde sugere, quando se tratar de roteiro de entrevista, verificar a pertinência de visitas ao chão de fábrica visando pormenorizar o fenômeno estudado.
- Foi elaborado um questionário específico para cada constructo do modelo teórico da IOL, definidos por meio da literatura e pesquisa empírica;
- Cada item do questionário foi legitimado com especialistas.

Quanto a análise de dados, após a aplicação dos questionários aos elementos chaves de cada área pesquisa, serão compilados e analisados.

Conforme (MIGUEL, 2010), uma vez coletados os dados, estes foram tabulados e analisados, considerando-se aquilo que está relacionado com os objetivos da pesquisa sugerido na literatura.

O processo de coleta de dados será dividido nas seguintes etapas:

- a) Análise preliminar das atividades da logística *inbound*, *outbound*, logística interna e estratégia identificadas na literatura, com seleção de cada construto e suas respectivas variáveis observáveis ou manifestas;
- b) Envio para análise, e contribuições;
- c) Promover os ajustes propostos;
- d) Reencaminhar para empresa para preenchimento definitivo com base nos critérios estabelecidos (utilização da escala likert).

2.1.3.2 Abordagem do Problema

De acordo com Bryman (1989) as principais preocupações da pesquisa quantitativa são: mensurabilidade, causalidade, generalização e replicação. A causalidade procura explicar a relação de causa-efeito entre variáveis dependentes e independentes.

Uma pesquisa pode ser definida como qualitativa ou quantitativa, sendo que o ponto de partida para a pesquisa quantitativa é a teoria, daí a o pesquisador deverá ter domínio das variáveis, obviamente quando se tem uma teoria consolidada sobre o tema (MARCONI; LAKATOS, 2008).

A pesquisa quantitativa foi utilizada com o objetivo de descobrir e classificar a relação entre as variáveis, bem como a relação de causalidade entre os fenômenos (RICHARDSON, 2007).

No caso das pesquisas qualitativas são considerados a interpretação do tema, o contexto e os eventos subsequentes ao longo de um período de tempo. Tais pesquisas podem utilizar algumas fontes de dados dentre elas: a observação, entrevista e análise documental.

Amaratunga *et al* (2002) sugerem que a abordagem quantitativa está mais aderente para testes de teoria, e nesta pesquisa a teoria a ser testada é o contexto inerente à interoperabilidade logística.

2.1.4 Resultado da Pesquisa

Quanto à natureza, uma pesquisa pode ser classificada em básica ou aplicada (SILVA; MENEZES, 2001).

Esta pesquisa de doutorado pode ser classificada quanto à natureza como pesquisa aplicada, pois está balizada na geração de conhecimentos para aplicação prática dirigida, voltada para solução de problemas específicos, no caso em tela, a interoperabilidade logística (IOL) e a proposição de um modelo de medição.

2.1.5 Procedimentos Técnicos

Em relação aos meios de pesquisa e técnicas adotadas, nesta pesquisa utilizou-se da Pesquisa Bibliográfica, por meio de consultas em artigos de periódicos, livros, sites, como também foi realizada uma revisão sistemática por meio do uso do instrumento de intervenção *Knowledge Development Process Constructivist* (Proknow-C), cujo resultado gerou um mapeamento do estado da arte sobre a interoperabilidade (teoria; aplicações; barreiras e pré-requisitos) com vinculação na questão logística. Também utilizou-se do Estudo de Caso. Quanto aos procedimentos técnicos ou aos meios, a pesquisa pode ser bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa ex-post-facto, pesquisa ação ou pesquisa participante (SILVA; MENEZES, 2001, p. 21-22).

Em relação aos meios de pesquisa e técnicas adotadas, nesta pesquisa utilizou-se da Pesquisa Bibliográfica, por meio de consultas em artigos de periódicos, livros, sites, como também foi realizada uma revisão sistemática por meio do uso do instrumento de intervenção *Knowledge Development Process Constructivist* (ProknowC), cujo resultado gerou um mapeamento do estado da arte do tema “interoperabilidade” direcionado para a logística. Também utilizou-se do Estudo de Caso.

Segundo Gil (2008) os levantamentos são, basicamente, no requerimento de informações a um grupo significativo de pessoas, acerca do problema estudado. E com base neles proceder uma análise quantitativa e respectivas conclusões.

Para Marconi e Lakatos (2008), a pesquisa bibliográfica envolve quatro etapas, a saber: identificação, localização, obtenção e cadastramento das fontes bibliográficas.

Visando a identificação e localização dos textos sobre Interoperabilidade e logística, utilizou-se o portal de periódicos da

CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), bem como as seguintes bases de dados: Onefile, Emerald, Web of Science, Sciencedirect, Oxford Journals, Springerlink, Wiley, DOAJ, Sage, JSTOR dentre outras. E ainda, foram consultadas outras fontes como teses, artigos, anais de congressos com vistas à construção do portfólio da pesquisa. Também foram realizadas consultas a sites de bibliotecas (USP, UFSC e Researchgate).

Considerando o aspecto experimental da pesquisa, que determina um objeto de estudo, foram selecionadas variáveis que influenciam este objeto, bem como definição das formas de observação, voltadas obviamente para os objetivos desta tese.

Quanto ao levantamento esta pesquisa utilizou questionário com aplicação direta com especialistas, visando investigar os atributos e componentes da interoperabilidade, e identificar as relações com a logística.

Foi utilizado o estudo de caso, ainda que os casos únicos têm obstáculos, apresentam muitos limites para generalizações nas conclusões, dificultam o desenvolvimento de modelos e teorias a partir de um exclusivo caso (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002), para a aplicação do modelo construído de medição do grau da IOL.

Nesse sentido afirma, a “seleção de casos é um aspecto importante na construção da teoria do estudo de caso e estes podem ser escolhidos para replicar casos anteriores ou prorrogar uma teoria emergente, ou podem ser escolhidos para preencher categorias teóricas e fornecer exemplos” (EISENHARDT e GRAEBNER, 2007, p.537).

Para o desenvolvimento da teoria, cada caso deve ser selecionado visando a prever resultados semelhantes (replicação literal); - Produzir resultados contrários, mas por razões previsíveis no princípio da investigação (replicação teórica). (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002; YIN, 2005):

De acordo com Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), é possível utilizar diferentes casos na mesma organização para estudar diferentes questões, ou pode-se utilizar a pesquisa do mesmo assunto em uma variedade de contextos na mesma organização. Segundo os autores, não existe uma definição clara do que seja um estudo de caso único ou uma unidade de análise.

Por exemplo, no nível organizacional, pode se verificar como a estratégia empresarial afeta a operacionalização e a produtividade da função produção, vendas, suprimentos, ou examinar como a política de gestão de pessoas está integrada com os objetivos organizacionais e se

esta influencia o comportamento das pessoas para atingir determinados resultados ou não.

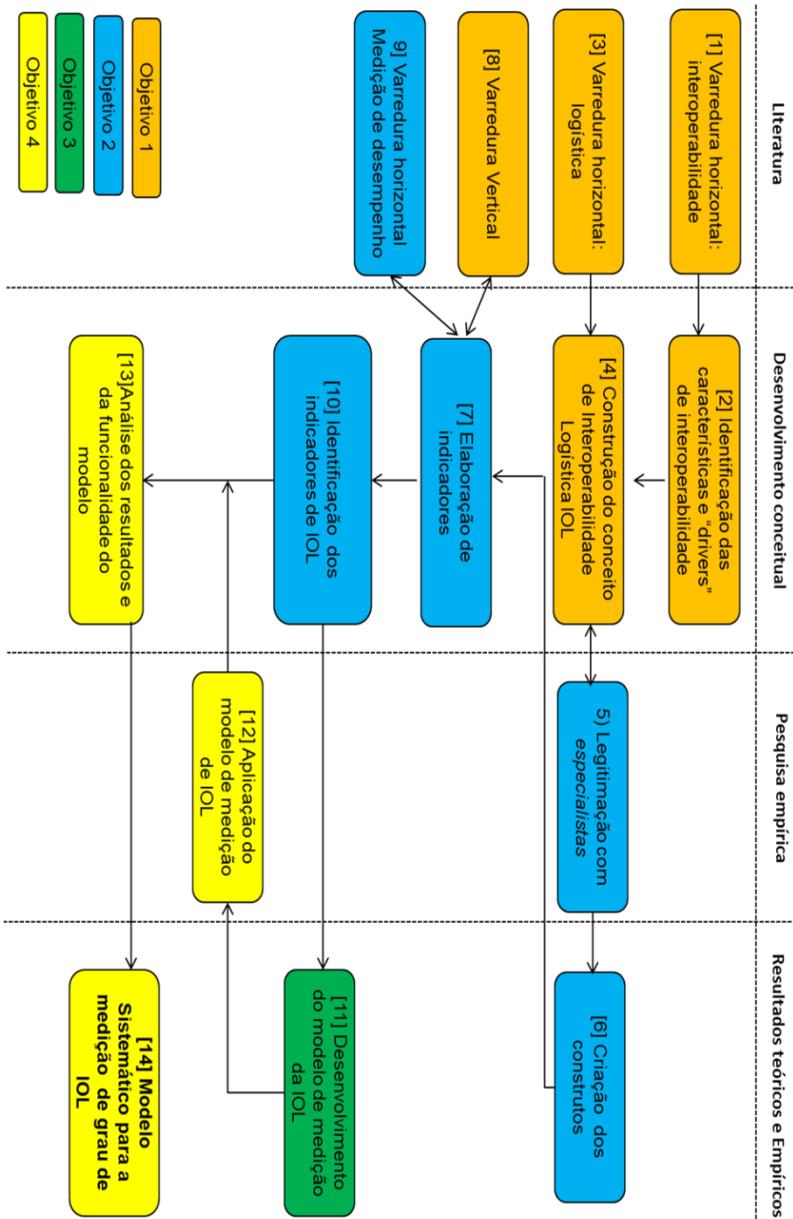
Em outra situação, se a análise ocorre no nível individual, verifica-se o nível de absentéismo, rotatividade, assiduidade, demissões, produtividade e satisfação, por exemplo, num primeiro panorama, para embasar a verificação da percepção/comprometimento das pessoas com a política organizacional.

Em outras palavras, a unidade de análise pode ser o indivíduo, uma prática cultural, um processo de trabalho, um grupo de pessoas ou mesmo a política e a estratégia organizacional. A definição da unidade de análise depende do objetivo que o pesquisador pretende atingir com o estudo de caso.

2.2 ETAPAS DA PESQUISA

A figura 2.1, abaixo, demonstra as fases da pesquisa ordenadas por cada fase classificatória (literatura, desenvolvimento conceitual, pesquisa empírica e resultados teóricos e empíricos).

Figura 2.1 - Método da Pesquisa



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

2.2.1 Fases 1, 3 e 8

Estas fases compreenderam uma pesquisa bibliográfica, do tipo varredura horizontal, que possibilitaram delinear o tema da pesquisa e objetivos. Tais varreduras tiveram o direcionamento deste pesquisador para artigos em base de dados de alto impacto nas áreas de logística e gestão.

Na fase 8 abrangeu uma varredura vertical com base na temática já constituída, a partir do conceito de IOL, contemplando periódicos nas principais bases de dados internacionais como Onefile, Emerald, Web of Science, Scencedirect, Oxford Journals, Springerlink, Wiley, DOAJ, Sage, JSTOR dentre outras. E ainda, foram consultadas outras fontes como teses, artigos, anais de congressos com vistas à construção do portfólio da pesquisa.

A pesquisa vertical teve o intuito de buscar artigos de forma aprofundada e estruturada, a fim de investigar as lacunas, com base nas seguintes linhas básicas de pesquisa: características da interoperabilidade, encadeamento com a logística e ferramentas quantitativas para associação de indicadores.

2.2.2 Fases 2 e 4

A fase 2 contemplou as conclusões retiradas da literatura e análises de conteúdo realizadas sobre o tema da interoperabilidade, propiciando a visualização dos “*drivers*” para a construção do conceito de IOL, na fase 4.

2.2.3 Fase 5

Consistiu na legitimação com especialistas que tenham relacionamento com a área empresarial e acadêmica – com ferramenta de pesquisa – dos construtos relativos ao modelo de medição. As áreas de abrangência e atuação dos especialistas contemplaram as logísticas interna, inbound e outbound.

Foi utilizado uma survey exploratória-descritiva, já que ela tem por objetivo explicar a ocorrência de um fenômeno, segundo Forza (2002), testar uma teoria ou alavancar um conhecimento de um determinado assunto.

Os levantamentos tipo survey têm como objetivo contribuir para o conhecimento em uma área particular de interesse, por meio da coleta de

informações sobre os ambientes, e seus respectivos contextos, de cada indivíduo. (FORZA, 2002).

No caso da survey é de caráter exploratório por que visa tornar um fenômeno mais familiarizado e compreendido, porém, quando uma survey tem característica descritiva visa verificar a distribuição de um fenômeno na população, como é o objetivo desta pesquisa no instante da medição do grau de Interoperabilidade Logística (IOL) nas empresas.

O questionário foi desenvolvido em dois estágios:

- a) baseado na varredura da literatura e experiências dos especialistas; e
- b) entrevista com os profissionais da área de logística do Pólo Industrial de Manaus (PIM).

Os respondentes indicaram o grau de importância da interoperabilidade na logística utilizando a escala *Likert* (1 a 5) de cada área. Os questionários foram aplicados em 11 empresas do PIM, totalizando 25 respondentes de diversos níveis organizacionais.

Vale o registro que o questionário foi aplicado em médias e grandes empresas do PIM dos seguintes segmentos: componentes e duas rodas. Foram enviados 39 convites para participação do estudo, onde 32 responderam, mas apenas 25 foram considerados válidos.

2.2.4 Fases 6 e 7

Esta fase consistiu na validação dos constructos, a partir da definição da IOL, com base na análise de conteúdo da literatura e o resultado da survey com os especialistas (fase 5). Tal validação junto aos especialistas concorreu para a busca objetiva dos indicadores da IOL, conforme descrito na fase anterior que considera-se uma fase exploratória, que visa obter percepções sobre um tema e determinar conceitos relativos ao fenômeno (FORZA, 2002).

Foi definido o instrumento de pesquisa, contendo uma escala numérica, embasado no termo teórico pré-definido (Interoperabilidade Logística), os constructos e as respectivas variáveis manifestas. Foi adotada a escala *likert* (HILL; HILL, 2008) para cada variável, onde os valores oscilarão entre 1 (totalmente negativo) e 5 (totalmente positivo).

2.2.5 Fases 10 e 11

Na fase 10 foram identificados os indicadores para o desenvolvimento de um modelo de medição do grau de IOL (fase 11) , e suas respectivas relações entre as variáveis dependentes e independentes (fase 7) combinado, bem como na revisão de literatura (fase 1,3 e 8).

Para a construção do modelo prevista nesta fase foi utilizado o Software SmartPLS® para determinar as relações de causalidade entre os construtos (variáveis latentes).

2.2.6 Fases Finais (12 a 14)

Com vistas a testar o modelo, esta fase seguinte (12) foi aplicado o questionário ajustado e validado, no âmbito de empresa do PIM, possibilitando a visualização da acuracidade e performance do modelo.

A empresa na qual foi aplicado o modelo é a Springer Plásticos da Amazônia, pertencente ao segmento de componentes plásticos fabricantes de peças plásticas injetadas e acabadas. A referida empresa opera com injeção em poliuretano, pré-acabamento e montagem de diferentes tipos de peças, para montadoras do PIM, nos segmentos de duas rodas e eletrônico. Com cerca de 360 funcionários em diversos níveis organizacionais e atua para o atendimento de seus clientes com filosofia JIT e Kanban.

Nesta fase foram enviados para a empresa 130 questionários, dos quais apenas 112 foram retornados, onde após análise deste pesquisador compuseram para fins de alimentação e coleta de dados apenas 98 questionários. As respostas foram copiadas para um arquivo de extensão “.csv” para migração para a ferramenta SmartPLS® 3.0.

Para Cauchick Miguel (2010) o estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um fenômeno dentro de um contexto real, por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (casos), possibilitando o conhecimento sobre o fenômeno, permitindo inclusive a geração de teoria.

Foi desenvolvido um pacote de pesquisa contemplando: instrumento de pesquisa, procedimentos que devem ser utilizados na aplicação, assim como a localização específica de coleta no âmbito de cada empresa. As fontes de dados utilizadas para o preenchimento do instrumento de pesquisa, contemplaram: observação, documentos e registros industriais das empresas.

A fase 13 contempla a análise dos resultados, observando o funcionamento do modelo, possibilitando a visualização dos efeitos de cada construto no grau da IOL.

Ainda nesta fase serão identificadas possíveis divergências, com seus devidos ajustes, para o contribuição final do modelo à literatura, utilizando o processo de validação dos modelos de mensuração e estrutural.

2.3 SELEÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

A construção do conhecimento, segundo Ensslin *et al.* (2010; 2011), necessário para uma pesquisa, é influenciado pelo contexto no qual o pesquisador está inserido, bem como pela disponibilidade de acesso aos meios científicos.

Existe uma abundante disponibilidade de conhecimentos e informações, disponíveis internacionalmente, contudo estão dispersos em grande variedade de bases de dados.

O processo Proknow-C, proposto por Ensslin et al (2010) permitiu a organização e a estruturação dos estudos relativos ao tema, formando assim um importante quadro teórico. O processo Proknow-C é composto por quatro etapas: i) seleção de um portfólio de artigos sobre o tema da pesquisa; ii) análise bibliométrica do portfólio; iii) análise sistêmica; e iv) definição da pergunta de pesquisa e objetivo da pesquisa.

Neste trabalho foi utilizado somente as etapas, do processo ProKnow-C, referentes à revisão sistêmica, na figura 2.2, destaca as referidas etapas do processo.

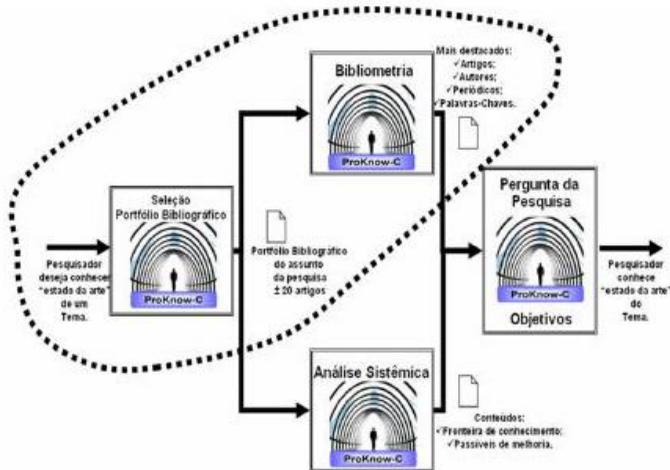
2.3.1 Processo de seleção

O subprocesso de seleção do portfólio de artigos permite desenvolver o Portfólio Bibliográfico, composto pelos artigos mais relevantes pertinentes à área de conhecimento, na qual está inserida o tema da pesquisa.

O subprocesso é desenvolvido em duas etapas: i) a seleção dos artigos nas bases de dados, resultando o banco de artigos brutos; e ii) a filtragem dos artigos selecionados com base no alinhamento com o tema da pesquisa.

O resultado do subprocesso é um conjunto de artigos relevantes à pesquisa com base nos critérios pré-estabelecidos pelo pesquisador, chamado de Portfólio Bibliográfico (ENSSLIN et al, 2010, LACERDA et al, 2012).

Figura 2.2 - Macroetapas do processo de Revisão Sistemática



Fonte: Ensslin (2010)

2.3.2 Seleção do Banco de Artigos Brutos

O ponto de partida da etapa de seleção do banco de dados de artigos brutos, é a definição dos eixos da pesquisa. O primeiro eixo está definido pelo tema central do trabalho, no caso a interoperabilidade. O segundo eixo trata da logística e respectivas atividades.

A etapa de seleção do banco de artigos brutos é composta por quatro fases distintas: definição das palavras-chave; definição dos bancos de dados; busca dos artigos nos bancos de dados com as palavras-chaves e a realização de teste de aderência das palavras-chave.

2.3.2.1 Definição das palavras-chaves

De forma preambular foram definidas as seguintes palavras-chaves para cada um dos eixos da pesquisa: Eixo 1 – Interoperabilidade e Eixo 2 – Logística, dentro das bases de dados de publicações disponibilizadas pela CAPES. No Eixo 1 foram definidas as seguintes palavras-chaves: “INTEROPERABILITY”, “INTEROPERATION” e “INTEROPERABLE”. No Eixo 2, foram “LOGISTICS”, “SUPPLY CHAIN MANAGEMENT”, “INBOUNDS LOGISTICS”, “OUTBOUNDS LOGISTICS”, “STRATEGY MANAGEMENT”.

2.3.2.2 Definição dos bancos de dados

Foram as escolhidas as bases de dados constantes do Portal de Periódicos da CAPES, aquelas alinhadas à área de conhecimento consideradas relevantes por este pesquisador.

Foram escolhidas 6 bases de dados onde foram efetuadas buscas pelas combinações de palavras-chaves, utilizando os campos título (article title), resumo (abstract) e palavras-chave (keywords), com o tipo de publicação do tipo “jornal article”.

As seguintes bases de dados foram escolhidas: Emerald, Sage, ScienceDirect, Scopus, ISI of WebKnowledge, Wiley.

2.3.2.3 Busca dos artigos no BD com as palavras-chave

A partir da busca pelas palavras-chaves nas bases de dados, considerando os filtros definidos previamente, por este pesquisador, foram selecionadas 1.418 publicações que compuseram o portfólio inicial denominado banco de artigos brutos.

2.3.2.4 Teste de aderência das palavras-chave

Depois de uma leitura não-estruturada de três artigos, aleatoriamente escolhidos – Quadro 2.1 - de títulos e resumos dos artigos mais citados e relacionados com as palavras-chaves, foi percebida a aderência das palavras-chaves escolhidas. Foi evidenciado que dentre os artigos todos continham as palavras-chaves da pesquisa.

Quadro 2.1 - Artigos escolhidos aleatoriamente para checagem inicial

PANETTO, Hervé; MOLINA, Arturo. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. Computers in industry, v. 59, n. 7, p. 641-646, 2008.
TALEVSKI, Alex; CHANG, Elizabeth; DILLON, Tharam S. Reconfigurable web service integration in the extended logistics enterprise. Industrial Informatics, IEEE Transactions on, v. 1, n. 2, p. 74-84, 2005.
DE-LA-FUENTE-ARAGÓN, M. V.; ROS-MCDONNELL, L. Designing a Web Platform for a Fruit-and-Vegetable Collaborative Network. Procedia Technology, v. 9, p. 247-252, 2013.

Fonte: Desenvolvido pelo autor

2.3.3 Filtragem do banco de artigos brutos

Na filtragem do banco de artigos brutos – 1.418 artigos – foram analisados quanto aos seguintes aspectos: i) a redundância (artigos repetidos); ii) alinhamento com o tema da pesquisa; iii) o reconhecimento científico dos artigos; iv) se o resumo dos artigos estão alinhados com o tema da pesquisa; e v) se o texto integral dos artigos está alinhado com o tema da pesquisa.

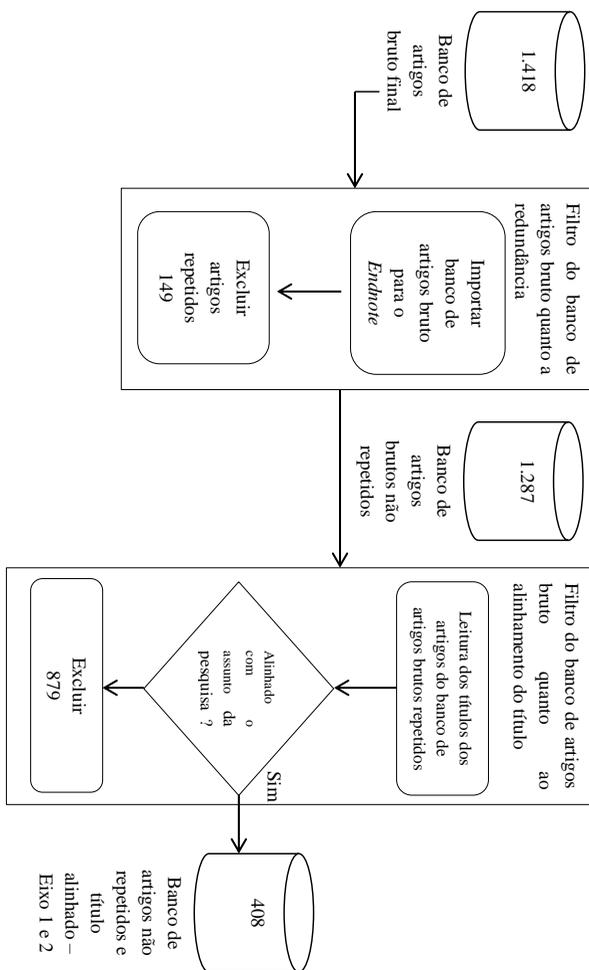
As publicações selecionadas foram importadas para um único banco de dados, onde foi utilizado o software *Endnote*® para o efetivo gerenciamento dessas referências.

Com o suporte da ferramenta pôde-se identificar referências a serem excluídas: 149 por redundância, 10 livros, 11 editoriais. Durante o processo de eliminação foram identificados 15 trabalhos como “book section” que foram reconsiderados na base, totalizando 1.287 artigos.

Com as 1.287 referências passou-se à leitura dos títulos dos artigos visando observar o alinhamento com o tema da presente pesquisa, que propiciou a exclusão de 879 artigos não-alinhados ao tema. Restando, portanto, 408 referências a serem analisadas.

As 408 referências, alinhadas pelo seu título com o tema da pesquisa, foram analisadas pelo seu reconhecimento científico desde a sua publicação. Para tal intento foi utilizado a ferramenta Google Scholar para consultar o número de citações de cada trabalho, onde foram ordenados de forma decrescente.

Figura 2.3 - Fragmento do processo para seleção de artigos



Fonte: Adaptado de ENSSLIN (2010; 2012) pelo Autor.

Com base nessas informações, o autor da presente pesquisa, foi estabelecido um valor de corte para os artigos mais citados. Como a pesquisa abrange, dentre seus objetivos específicos, a construção do conceito de IOL (Interoperabilidade Logística) foram mantidos artigos com até 1 citação para análise posterior.

Somando todas as citações, dos 408 artigos analisados, totalizaram 6.048 citações, o valor do corte estabelecido compreendeu 80,41%, assim os artigos considerados possuem, em torno, de 13 citações ou mais.

2.4 RESULTADO DO MAPEAMENTO DO EIXO 1

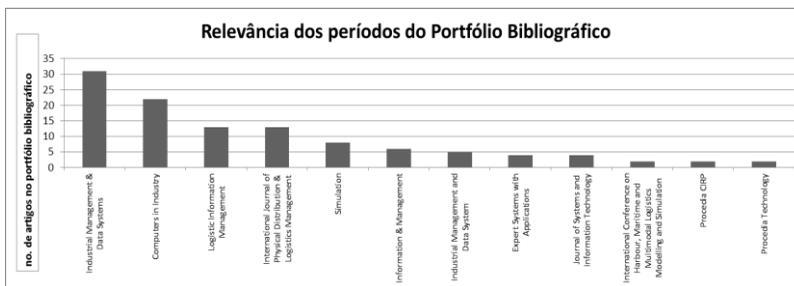
A análise bibliométrica contempla na aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a partir de um conjunto de artigos buscando os eixos e os conhecimentos pertinentes ao tema de pesquisa (ENSSLIN et al., 2012).

Neste trabalho a análise bibliométrica do Portfólio Bibliográfico, adaptado de Esslin (2012), foi aplicada em quatro etapas, de avaliação:

- o grau de relevância dos periódicos;
- estimar o grau de relevância dos autores;
- fator de impacto de reconhecimento científico dos periódicos;
- as palavras-chave com maior relevância de utilização.

Destarte, os pontos de corte determinados no conjunto de dados, aplicou-se a análise bibliométrica, no portfólio pré-estabelecido. Na figura 2.4 demonstra a relevância dos periódicos no portfólio bibliográfico.

Figura 2.4 - Relevâncias dos periódicos no Portfólio Bibliográfico

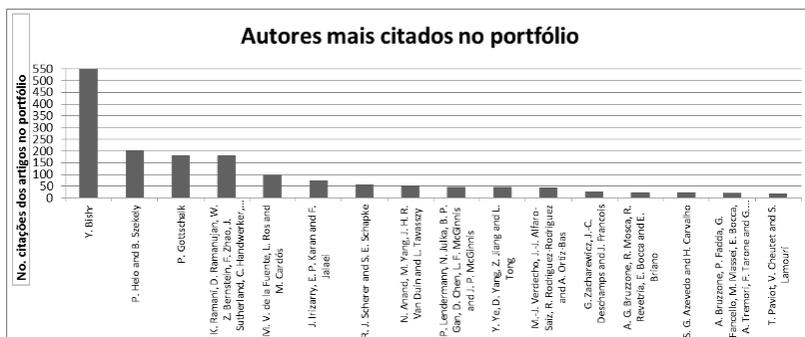


Fonte: Elaborada pelo autor

A segunda etapa, trata-se demonstrar o grau de relevância dos autores do portfólio bibliográfico, possibilitando evidenciar que os autores *Bishr, Y., Helo, P., Gottchalk, P.*, são os mais citados, sendo o

artigo “Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability” de Bishr, Y. com maior relevância (figura 2.5).

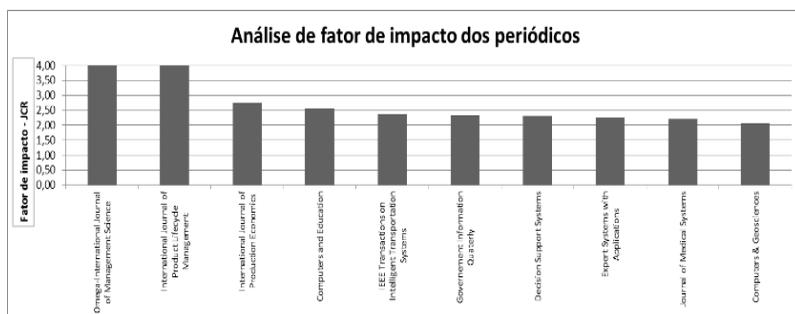
Figura 2.5 – Autores mais citados no Portfólio Bibliográfico



Fonte: Elaborada pelo autor

Com base na *Journal Citation Reports (JCR)* que é uma medida que reflete o número médio de citações de artigos científicos publicados em determinado periódico. A figura 2.6 demonstra a relevância científica de cada periódico.

Figura 2.6 - Análise do fator de impacto de cada periódico



Fonte: Elaborada pelo autor

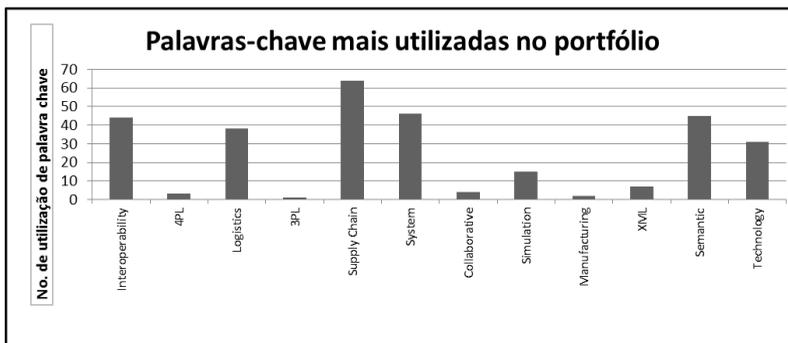
As análises acima evidenciam que a maioria dos artigos e periódicos que tem alinhamento com os eixos da pesquisa, estão circunscritos no âmbito da área de Tecnologia e Informação, ou seja o uso

da interoperabilidade em sistemas e afins, permitindo a identificação objetiva da lacuna do conhecimento da interoperabilidade na logística.

A identificação das palavras-chaves mais citadas no portfólio (Figura 2.7) pode-se evidenciar de um lado a aderência dos eixos da pesquisa, no portfólio, inclusive já testado anteriormente, e de outro a validade do conjunto de dados pesquisado.

As palavras “*Interoperability*”, “*Supply Chain*” e “*Logistics*” tem total aderência à pesquisa e seus objetivos pré-definidos.

Figura 2.7 – Palavras-chave mais citadas no portfólio



Fonte: Elaborada pelo autor

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O MAPEAMENTO

Por meio das análises, acima descritas, e suas respectivas evidências, é possível construir algumas considerações sobre o tema Interoperabilidade Logística.

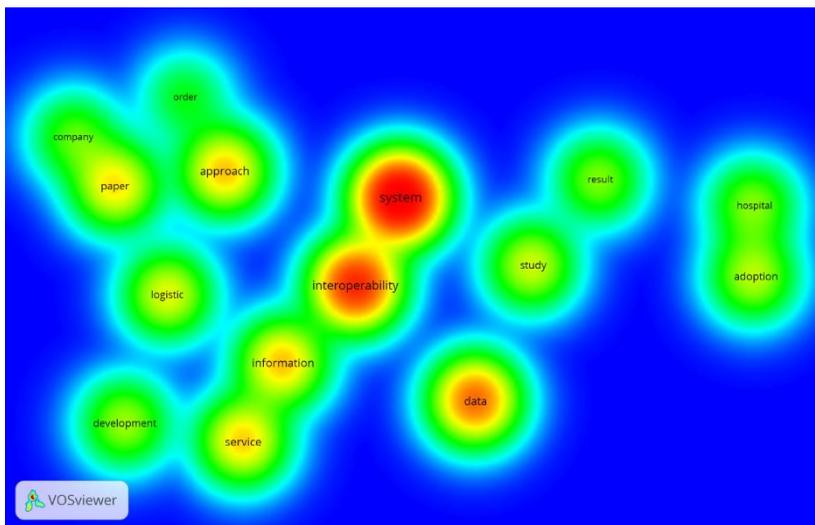
A primeira está voltada para a importância desta pesquisa no instante em que desenvolve conhecimento sobre os aspectos de intersecção dessas duas áreas, como também seus impactos nas organizações.

E ainda, durante a análise do portfólio pode-se claramente identificar o uso da interoperabilidade de forma indireta na logística, ou seja aspectos de produção, transporte, sistemas e simulação. A exemplo do artigo “*Logistics node simulator as an enabler for supply chain development: Innovative portainer simulator as the assessment tool for human factors in port cranes*” de Bruzzone *et al* (2011).

Vale ressaltar as delimitações definidas nesta pesquisa, ressaltando as fronteiras das bases de dados da CAPES, tipos de artigos investigados, período de pesquisa entre 2013 e 2016.

De forma inicial, podemos identificar estudos relativos à interoperabilidade voltados essencialmente para a área de sistemas (BRUZZONE *et al*, 2005; DACLIN *et al*, 2006; VERDECHO *et al*, 2012), demonstrado na figura 2.8.

Figura 2.8 – Alcance da interoperabilidade na área de sistemas



Fonte: Elaborada pelo autor via software Vosviewer

2.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo demonstrou a metodologia utilizada neste trabalho, contemplando o método de pesquisa e suas respectivas fases. Como resultante do mapeamento bibliométrico, o portfólio bibliográfico utilizado na pesquisa foi construído, a partir do uso parcial do ProKnow-C, onde o grau de relevância dos periódicos, autores, fator de impacto e palavras-chave de maior utilização foram identificados.

A análise do portfólio permitiu, preliminarmente, visualizar lacuna de conhecimento relativamente à interoperabilidade logística, relativamente ao Eixo 1 da pesquisa (Seção 2.4). Quanto ao Eixo 2 que

embasou a construção dos construtos será demonstrado no Capítulo 3 devido sua abrangência e foco nos aspectos logísticos.

3 LOGÍSTICA

Este capítulo trata do referencial teórico desta pesquisa, contemplando os eixos da pesquisa, como também a base teórica para o desenvolvimento dos construtos, cuja abordagem alcança os itens referentes à temática logística. A partir do mapeamento da literatura (Eixo 2), resultante do método utilizado, foram identificadas as fundamentações relativas à logística *inbound*, logística *outbound*, logística interna e as estratégias de relacionamento logístico, as quais possibilitaram a construção do modelo conceitual proposto.

No final deste capítulo será possível visualizar como se deu a criação das variáveis observáveis ou indicadores e as variáveis latentes utilizadas no modelo desenvolvido via modelagem de equações estruturais.

3.1 CONCEITO DE LOGÍSTICA

De acordo com o CSCMP (2008) as atividades de Logística incluem a gestão *inbound e outbound* do transporte, de frota, armazenagem, movimentação e manipulação interna de materiais (insumos e produtos acabados), envio das ordens de serviços, redes logísticas, inventário/estoque, PCP e gestão de fornecedores logísticos.

O sistema de logística está subdividido, segundo alguns trabalhos, da seguinte forma: (NOWICKA-SKOWRON *et al.*, 2011; THORLEUCHTER *et al.*, 2012; DIMA e GRABARA, 2013; Fu e Zhu, 2015):

- Logística de abastecimento ou suprimento (*inbound logistics*): combina as funções de aquisição, recebimento, armazenagem e gestão de estoques, e inclui a pesquisa, seleção, registro e controle das atividades de fornecedores. A logística de suprimentos conforme (BALLOU, 1993) aborda o fluxo de produtos para a empresa, dentre as atividades: implementação das ordens de compra; transporte dos insumos/materiais; e manutenção de estoques.
- A logística da produção ou apoio à manufatura: abrange as atividades de planejamento e controle de produção para regular a fabricação de produtos e serviços com a demanda do mercado.
- Logística de distribuição (*outbound logistics*): inclui as atividades de transporte e transporte de produtos acabados

para diferentes canais de distribuição, e dar apoio ao processo de comercialização de produtos.

Segundo (CHRISTOPHER, 2016) a logística é o processo de gerenciar estrategicamente as atividades de aquisição, a movimentação e a armazenagem de materiais, visando maximizar os ganhos - presentes e futuros - por meio da inflexão dos custos no atendimento dos pedidos.

Para Stock e Lambert (2001) a logística inclui o conceito do serviço ao cliente, tráfego e meios de transporte, armazenagem, localização da planta fabril e depósitos, controle de inventário, processamento de pedidos, aquisição de materiais, movimentação de materiais, distribuição, suprimento, *packing*, devolução de mercadorias e previsão de volume de pedidos, atendendo o cliente de forma eficiente, de acordo com seus requisitos.

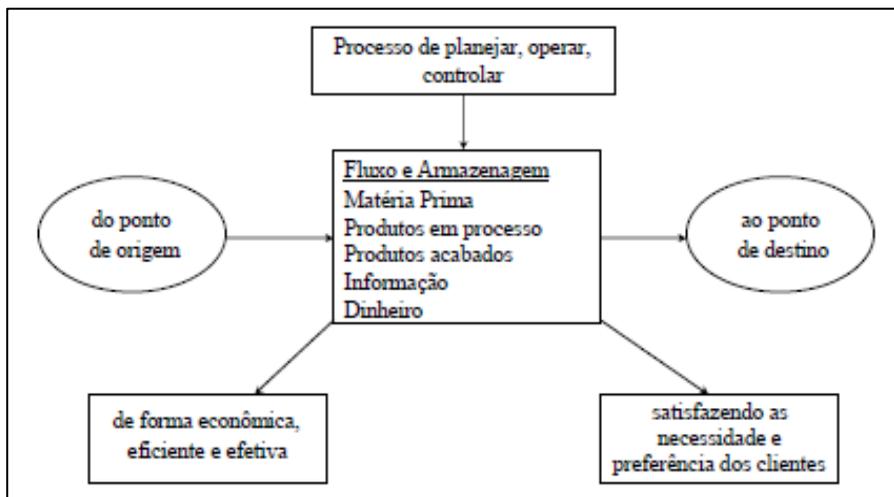
Segundo (BALLOU, 2009), a logística pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e aos consumidores através de planejamento e atividades, que visem facilitar o fluxo de produtos.

Segundo (BOWERSOX, CLOSS *et al.*, 2013), a logística é um esforço integrado, que objetiva a geração de valor para o cliente com o menor custo efetivo.

Da literatura e considerando a abordagem de todos os conceitos, pode-se afirmar que logística é o processo de planejamento, implementação e monitoramento de fluxo econômico e eficiente de matérias-primas, inventários em processo, produtos acabados e todas as informações a partir do ponto de origem ao ponto de consumo, a fim de atender os requisitos do cliente (CHOW, HEAVER *et al.*, 1994; CSCMP, 2008; BOWERSOX, CLOSS *et al.*, 2013; CHRISTOPHER, 2016; SCHÖNSLEBEN, 2016).

A Logística contempla a gestão estratégica da aquisição, movimentação e armazenagem de materiais e produtos acabados, suas informações correlatas, através de canais de distribuição, maximizando o lucro do exercício e futuros (CHRISTOPHER, 1999). A Figura 3.1, (NOVAES, 2001) demonstra os elementos básicos da logística.

Figura 3.1 - Elementos básicos da Logística



Fonte: NOVAES (2001)

Logística é um conceito amplo que inclui muitos aspectos. Além disso, o termo logístico pode ser interpretado de diversas maneiras e em diferentes níveis. Isto é, porque a mesma palavra é usada tanto para as atividades de logística próprias e para a função organizacional.

No nível de atividade, a logística tem sido vista como uma atividade funcional. No entanto, é, mais que um padrão ou que um método em que o termo é usado para uma série de atividades e processos. No âmbito da função operacional, é cada vez mais sendo reconhecida como uma tarefa estratégica (ZAMPOU *et al.*, 2015; SCHÖNSLEBEN, 2016).

Os meios de comunicação se referiam à logística como: distribuição física, logística empresarial, administração de materiais, engenharia de distribuição. Mas, todas as estas definições têm o mesmo objetivo, ou seja, ser responsável pelo fluxo de bens entre dois pontos (origem e consumo) (LAMBERT *et al.*, 2000; NOVAES, 2016).

3.2 EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA

O conceito de logística remonta-se aos tempos antigos, onde os gregos desenvolveram métodos de aquisição e coordenação de logística, a fim de apoiar suas atividades militares. Além disso, vários grandes impérios nomearam funcionários responsáveis pela logística.

A logística foi desenvolvida graças a estas origens militares (VAN MIEGHEM,1998), de fato, antes dos anos 50, a logística ainda se referia a conceitos militares (BALLOU,2007b).

Nos anos 70, a logística era considerada como uma atividade interna da empresa, cujo papel principal visava alcançar a otimização de recursos de consumo local (função por função), e não de forma global. O surgimento de conceitos como o "just-in-time" leva a pensar em termos de fluxos, o que conduz nos anos 80, a uma redefinição da logística. Este conceito tornou-se uma função transversal que, num plano horizontal, permite a coordenação de outras funções e, no plano vertical, apoia um diálogo constante entre os níveis operacional e estratégico da empresa (BALLOU,2007b; MENTZER *et al*, 2008).

Desde o início dos anos 90, a inúmeros esforços que levaram a reduzir custos e melhorar a qualidade do serviço nos leva a pensar sobre a Cadeia de Suprimentos como um todo e não apenas dentro da empresa. Em consequência, pode-se dizer que, nesse período, a função logística gerencia as relações internas e externas entre as funções e as empresas implícitas no processo logístico, a fim de manter, não apenas a continuidade dos fluxos físicos, mas também a flexibilidade e a reatividade do processo (GUNASEKARAN e KOBU , 2007)..

A gestão das Cadeias de Suprimento (SCM) deu origem a uma abordagem que tem, por natureza, uma visão integrativa e sistêmica, e não uma funcional e compartimentalizada.

Todas as tentativas de definição concordam que esta abordagem é um processo que integra toda a função da Cadeia de Abastecimento, com uma visão global.

Existe um dualismo conceitual entre logística e SCM, com muitas definições dentre inúmeros autores, os quais suas várias publicações não resultam uma linha única da literatura. Esta dificuldade torna difícil concordar com uma definição conceitual da gestão da cadeia de suprimento.

(COOPER, LAMBERT *et al.*,1997; CHRISTOPHER, 2016; MANGAN; LALWANI *et al.*,2016), demonstram as diferenças existentes entre o SCM e a definição sugerida pelo Conselho de Gestão Logística em 1998: "a logística é uma parte das atividades da Cadeia de Suprimentos. Está relacionada com a planejamento, execução e controle do fluxo, eficiente e eficaz, do armazenamento do produto e do serviço de informação”.

Nesta base, pode-se afirmar que a SCM vai além da logística, focalizando uma abordagem relacionada ao processo. Sua abordagem refere-se à cooperação entre os atores do SCM que leva à gestão de

atividades e processos: Logística, pesquisa de mercado, promoção de vendas, coleta de informações, pesquisa e desenvolvimento, concepção de produtos e análise do papel dos sistemas na criação de valor. Pode-se concluir preliminarmente que a gestão da cadeia de abastecimento é um conceito mais amplo que a logística em si.

No conceito organizacional contemporâneo, a logística aparece como um conceito estratégico, não só por causa da gestão de materiais e distribuição física, mas também por fornecer valores de tempo e lugar para os clientes, por tornar-se um elemento que se distingue para as organizações, com agilidade, flexibilidade e integração de seus canais internos e externos (BALLOU, 2007a; SLACK; CHAMBERS *et al.*, 2009; BOWERSOX; CLOSS *et al.*, 2012), descrevem que o conceito de logística pode ser separado em três pontos básicos: alimentação (fornecedores), plantas (interno) e distribuição (clientes), com a agregação de outras várias subatividades, que representam um grupo que é muitas vezes definido como altamente empírico, o que resulta em efeitos negativos que influenciam diretamente o resultado do desempenho final das organizações, ferramentas que são necessariamente decisivas para monitorar sua situação.

O novo conceito de ambiente de logística considera alterações na capacidade de logística, tecnologias e técnicas de gestão que tem permitido a logística para tornar-se um mecanismo relevante para a integração e coordenação das atividades dentro das etapas da cadeia de abastecimento (STOCK; LAMBERT, 2001). Uma gestão adequada de logística pode reduzir os custos de transação, os níveis de estoque mais baixos e prestar serviços eficientes.

Os impactos positivos da colaboração na gestão de logística, no contexto endógeno, são bastantes difundidos em diversos trabalhos. No entanto, a colaboração entre as empresas também podem impactar positivamente a esta gestão (ROLLINS; PEKKARINEN *et al.*, 2011).

Com o advento da logística moderna foram criados diferentes tipos de esta como a Logística Integral, a Logística de compras, a de fornecimento, a de vendas, etc., que vêm com a intenção de implementar e controlar a direção e o cuidado dos produtos com os melhores recursos e condições possíveis. Mas, por enquanto se vai fazer a abordagem das três mais importantes que são: logística de suprimento, logística de distribuição e logística reversa (FERNANDES *et al.*, 2014; MELLAT-PARAST; SPILLAN, 2014; AMBROSINO; SCIAMACHEN, 2016)

As atividades de logística contemplam a gestão *inbound* e *outbound* do transporte, gestão de frota, armazenagem, manipulação de materiais, execução de ordens de serviços, projeto de rede logística,

gestão de inventário, gestão da demanda, e gestão de fornecedores logísticos (YU e THAPA, 2015).

É inserida em todos os níveis organizacionais – estratégicos, operacionais e táticos, nos quais a gestão logística é uma função de integração, que coordena e otimiza todas as atividades da logística, além disso integra essas atividades com outras funções empresariais. Argumenta-se que a capacidade de gerenciar a logística de entrada ou *inbound logistics* e de cooperar com outras empresas são condições de vantagens competitivas (EOM *et al.*, 2015; LEE *et al.*, 2017).

As áreas de encaminhamento baseadas nas redes de logística de entrada (*inbound logistics*) são usadas por várias grandes empresas cujos fornecedores estão distribuídos amplamente para reduzir os custos através da consolidação de mercadorias transportadas em um estágio inicial do transporte.

Gerir os fluxos de materiais nessas redes é uma tarefa complexa, sobretudo nos efeitos de sinergia entre os elos, e passam a serem usados para reduzir custos e contingências ambientais (SCHONSLEBEN, 2016).

Para elencar as atividades que são desenvolvidas por um Sistema Logístico é necessário definir o conceito de “Ciclo Logístico”, que o conjunto de atividades que são baseadas em variáveis controláveis para os sistemas de logística, com interação e coordenação entre, a exemplo da gestão de Compras, a recepção e armazenagem e a gestão de estoques (BOŽIĆ *et al.*, 2014).

O ciclo logístico está descrito em duas etapas: a) a primeira de entrega (a partir do fornecedor para a Companhia); b) e segunda relativa à distribuição física, do ambiente exógeno da empresa para o cliente.

Para Paviot *et al* (2011) e Taleizadeh *et al* (2015) um sistema de logística permite um fluxo ágil para responder a demanda, sincronizando as funções das suas componentes; podem se considerar os seguintes subsistemas :

- Logística de abastecimento: Compreende a função de compras, recebimento, armazenagem e gestão de estoques; e inclui atividades relacionadas com a pesquisa, seleção, registro e controle dos fornecedores;
- Logística de planta: Abrange as atividades de apoio ou suporte, além da segurança, ao mesmo tempo que está a produzir um bem ou serviço;
- Logística de distribuição: inclui as atividades de emissão e distribuição dos produtos acabados para os clientes;

- Logística reversa: Esta é o conjunto de atividades que visam atingir a recuperação do valor dos produtos.

3.3 BASE TEÓRICA LOGÍSTICA DOS CONSTRUTOS

3.3.1 Logística Inbound

Uma maneira conveniente de visualizar a cadeia de suprimentos de uma empresa é dividir o seu Sistema de logística em Inbound Logistics (logística de entrada que compreende gestão e aquisição de materiais) e logística de saída (serviço ao cliente e canais de distribuição). A logística de entrada não possui uma definição consensual na indústria. Várias questões surgem quando se tenta definir o termo, por exemplo: Onde está o "in" na Inbound? É outbound o oposto do inbound?

A definição de logística de entrada é uma questão de perspectiva, ou seja quando a organização é o receptor de uma transferência, a transferência é de entrada; se enviar uma transferência - como um fornecedor de matérias-primas, fabricante ou fornecedor poderia fazer - então é saída (O'REILLY,2014; DOUGLAS,2016).

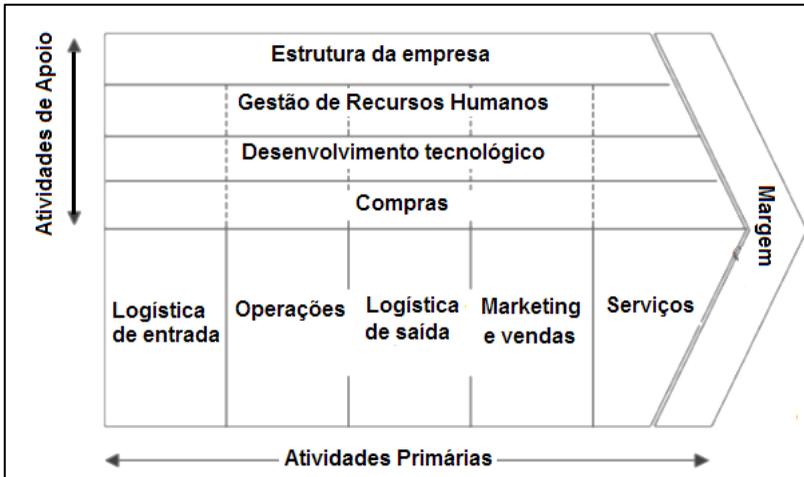
Visto da perspectiva da cadeia de abastecimento, a sequência para os materiais fluem de origem para acabar com o consumidor final, esta é uma rede bastante complexa, há algumas camadas de fornecedor e outras camadas de distribuidores. Esta rede é centralizada em um só ponto, que é o fabricante, também definido como OEM (Original Equipment Manufacturer).

Antes de OEM, todos os materiais podem ser vistos como um produto inacabado, e depois de eles ter sido alterado-lo em um produto final eles progrediram mais no processo de distribuição.

De acordo com esta característica de produção, nós definimos o nosso processo de entrada no fluxo do material entre os fornecedores e o fabricante. Isto é, o processo de logística de entrada é o fluxo a partir do fornecedor de matérias-primas para OEM, e a saída (outbound logistics), conforme o produto acabado a partir de OEM para o usuário final.

A empresa prestadora de serviço de logística da entrada planeja os despachos para o produtor com base em à sua localização, mas o fornecimento de materiais vem de muitas origens. De repente se torna o processo de transporte infinitamente complexo. Com esta complexidade existem mais oportunidades para reduzir os custos de transporte - se o transporte é bem gerido.

Figura 3.2 - Cadeia de valor



Fonte: Adaptado de (PORTER,1992)

A Logística de Entrada está dividida em duas áreas: Compras e Logística (aquisição e planejamento), onde visa de forma precípua otimizar a oferta e planejamento da produção. Como a logística de *inbound* trata principalmente de compras e a transação de materiais, a área de compras é dividida em grupos de produtos, com o comprador em cada grupo responsável pelo ciclo de vida inteiro dos produtos do grupo. Cada comprador tem um assistente do departamento de logística ou terceirizados. A empresa de logística cuida dos detalhes do cotidiano e de comunicar instruções aos fornecedores e o acompanhamento sobre eles (POON *et al*, 2009; NYAGA *et al*, 2010; SCHONSLEBEN,2016).

Esta é uma estrutura um tanto complexa, que abrange diferentes tipos de material, com origem em diferentes fornecedores e os seus sub-fornecedores. Um automóvel, por exemplo, consiste em milhares de peças, e todas estas peças são compradas de fornecedores diferentes em diferentes áreas e, em seguida reunidas como um produto acabado. Este carro pode ser vendido a um preço elevado em vez comparado ao valor das suas matérias primas (DORAN;2001;2004).

A saída é o processo, com o maior valor criado, e o processo de entrada é o processo com baixo valor criado, normalmente o valor destes componentes e peças de reposição não são muito caros, mas este processo demanda uma alta capacidade logística para operação, para ligar as

complexas camadas de fornecedor até chegar ao fabricante central (STANK *et al.*, 2012).

Para Fernie (2014) o serviço logístico propicia a coordenação de planejamento da produção, otimizando o processo de produção e entrega. Isso significa que o processo de logística de entrada é a parte da cadeia de abastecimento com um certo grau de complexidade e baixo valor agregado, mas sendo pode colaborar para a redução do custo operacional e para o cliente.

Um maior controle da *Inbound Logistics* tornou-se uma prioridade para muitos fabricantes e varejistas na medida que eles olham para oportunidades de melhorias de custo-benefício em resposta à economia (SVENSSON, 2003). Empresas têm focado historicamente nas operações de saída, pois é O lado do cliente do negócio, enquanto o monitoramento de operações de entrada geralmente fica em segundo plano, o lado dos fornecedores. Na medida em que as operações de saída foram racionalizadas e extrair benefícios adicionais tornaram-se mais difícil, as empresas estão se voltando sua atenção para a *inbound* não só para reduzir custos, mas também para forjar relações mais colaborativas com grupos internos, fornecedores e meios de transporte, o que produz resultados "mais inteligentes" nos processos de negócios que beneficiem todas as partes.

O fabricante é um ator-chave na relação de oferta, podendo controlar o processo de entrada. É óbvio que o controle eficiente pode aumentar significativamente a eficiência no fluxo de processamento, reduzir o estoque amarrado por meio de acelerar o fluxo de material circulando ao redor, será de benefício mútuo entre os fornecedores e fabricantes, porque nesta relação, o fornecedor passa a ser membro de aliança estratégica (SELVIARIDIS e SPRING,2007)

Enquanto visto da perspectiva de um provedor de serviços de logística em Zhou *et al.* (2008), o controle do processo logístico de entrada adquire uma capacidade logística mais elevados porque no fluxo em movimento, a entrega a tempo torna-se o elemento-chave para a produção just-in-time. Entre os materiais fluem do fornecedor para o fabricante, o fornecedor de serviços de logística é chamado 3PL que age como outra pessoa-chave nesta relação.

3.3.1.1 Abastecimento

O Abastecimento é a primeira etapa do processo da logística e é a função através da qual todos os produtos, bens e serviços necessários para o funcionamento da empresa são adquiridos. requer um planejamento

adequado, como também o cuidado com a redução de custos, observando para que o fluxo do processo de logística seja afetado. Deve, portanto, incluir a aquisição de tecnologias, sistemas, matérias-primas, transporte, mão de obra, instalações, seguros etc (CROCKER et al., 2012; PALM et al., 2012; VITORINO FILHO et al., 2015).

A função de abastecimento tem origem no momento em que um objeto ou serviço é demandado a terceiros. Os principais objetivos para garantir uma logística de abastecimento adequadas de são (SVENSSON, 2003; CARRANZA; SABRIÀ, 2004):

- Identificação de fornecedores.
- Medir, analisar e tomar decisões com base nos indicadores estabelecidos.
- Monitoramento de produtos (qualidade e preço no mercado, etc.).
- Agregação de valor em termos de boas negociações
- Redução da variabilidade do fluxo de materiais
- Garantir mínimos custos

Os elementos da logística de abastecimento são (NYAGA *et al.*, 2010; LANGAT, 2015), o cliente, porque de acordo com ele, pode-se determinar a demanda, os estoques que permitem saber em que medida eles podem atender a demanda e os fornecedores que são responsáveis pelo fornecimento dos faltantes no tempo e na forma exigida.

Tal fornecimento varia de acordo com sua organização e as características do produto, os atributos das ordens de suprimento ou ressurgimento (fixas ou variáveis), delineando métodos de abastecimento (KRAJEWSKI *et al.*, 2013; SLACK, 2015)

O método de abastecimento escolhido deve ser adaptado ao produto e aos processos de fabricação, de negócio, e de consumo. Em algumas empresas, dependendo do porte, indica a existência de uma área responsável pelo abastecimento. Tal área é responsável pela estratégia de desenvolvimento e relacionamento com os provedores conseguindo a realização de negociações favoráveis que permitam que os processos logísticos circulem de forma eficaz.

Esta fase se concentra principalmente no fornecimento e compra de materiais. A aquisição de materiais deve localizar e determinar a existência de materiais e fornecedores ambientalmente aceitos.

As decisões de compra discutidas podem representar um gargalo na rede logística. O número de fornecedores certificados ambientalmente responsáveis e suas localizações podem limitar as opções disponíveis para

gerentes de compra. A seleção do modo de transporte adequado é talvez a parte mais importante deste processo. Por exemplo, o transporte ferroviário é considerado o mais sustentável ambientalmente do que o rodoviário porque faz uso mais eficiente de combustível e ganhos de escala, contribui na redução de congestionamento do tráfego nas zonas urbanas, causa menos poluição, e gera menos ruído (MATHIYAZHAGAN; GOVINDAN *et al.*,2013). Assim, poderia ser uma boa escolha da logística que querem considerar o impacto ambiental de sua operação logística.

Layouts estruturados e racionalizados de armazém corroboram para a minimização de movimentos e/ou atividades de armazenamento e reduzem custos operacionais. O “Cross docking” uma tendência atual, onde os bens não são armazenados em armazéns, movimentam-se entre os elos - fabricantes ou distribuidores para atacadistas e varejistas, cruzando diretamente seus armazéns, necessitando um planejamento cuidadoso e informações compartilhadas sobre as vendas, os usuários do canal podem alcançar a máxima eficiência (CROCKER,2012; YU e THAPA, 2015).

Armazéns podem ser considerados um nó operacional para manuseio de materiais e intercâmbio de informações.

Alguns hipermercados e cadeias de supermercados já estariam usando mais dessa prática para reduzir os seus custos. Este tipo de operação também é ambientalmente responsável porque tanto espaço do armazém e movimento dentro do armazém são reduzidos.

Dois fatores-chave determinam a estrutura do subsistema de logística de entrada: o número de fornecedores por fabricante e a distância média entre os fornecedores e as fábricas que estão fornecendo. Portanto, é importante compreender os subsistemas de logística em relação ao seu contexto nacional e geográfico. Isto implica alterar a frequência de distribuição dependendo do valor do componente para determinar quais componentes devem estar sujeitos ao processo Just-in-Time mais frequente SENDIL KUMAR e PANNEERSELVAM, 2007; MAISEYENKA,2016) , onde as entregas de mais de uma vez por dia são uma característica comum

O aumento da flexibilidade é o principal objetivo das compras JIT e que isso leva a melhorias na flexibilidade de volume, mix de produtos e responsividade à mudanças no processo produtivo.

Para que os tamanhos de lotes de entrega consigam ser freqüentemente reduzidos como resultado do JIT, os custos totais não podem ter um aumento, a questão é que apesar de simplesmente alterar a freqüência, há um rol de opções técnicas disponíveis para organizar um

esquema de entrada. Além disso, as empresas de terceirização logística (3 PL) às vezes assumem uma série de responsabilidades adicionais, incluindo a gestão de armazéns locais, a detenção de estoques reguladores e, mais recentemente, a roteirização de entrega (DORAN, 2001; 2004).

A Gestão da cadeia de abastecimento é o tema principal em muitas indústrias com um foco sobre a importância de uma relação integrada cliente-fornecedor. Esta administração tornou-se o caminho para melhorar a competitividade, reduzindo a incerteza e proporcionar um elevado grau de serviço ao cliente (RITA e KRAPFEL, 2015).

Seja qual for a definição, independente do tamanho do departamento de logística, a taxa de mercado, o tipo de pacotes de empresa e de software criados ou a serem criados, há um objetivo simples, mas conciso, direto ao departamento e da cadeia de abastecimento: fornecer os materiais necessários em quantidade, qualidade e tempo necessários, considerando o a relação de custo x retorno mais adequada para a empresa.

Do ponto de vista dos sistemas administrativos, o serviço ao cliente é “o que”, e a quantidade, qualidade, tempo e custo são os “Como”. Certamente algumas empresas podem sobreviver na ausência de qualquer destes requisitos, mas tendem a ter uma desvantagem contra os que sim tem eles e devem assumir as consequências. O abastecimento está composto por cinco elementos: Fornecedores, Transporte, Negócios, Clientes e a comunicação entre eles. Uma efetiva interação entre esses elementos gera uma vantagem competitiva para a empresa.

A aplicação de conceitos de tecnologia da informação, tais como transferência eletrônica de fundos (EFT), o intercâmbio eletrônico de dados (EDI), cartões eletrônicos para os clientes, e-mail, e-licitação, catálogos eletrônicos, inventários compartilhados, comunicação eletrônica com fornecedores etc., têm ajudado a alcançar vantagens competitivas em diferentes organizações.

Um sistema relevante e bastante utilizado no PIM, é a coleta programada “*Milk Run*” onde ocorre a otimização da rota, por meio dos transporte de peças com veículos padronizados, onde o objetivo principal neste ponto é minimizar os custos de transporte (NEMOTO *et al.*, 2010).

Para Brar e Saini (2011) o desafio do sistema de coleta programada de peças, é: agregar valor na cadeia de suprimentos, reduzindo estoques e perdas, permitindo a produção de lotes menores, conseqüentemente, ocorre a redução do ciclo de produção, ou seja é programado o que realmente foi planejado para ser executado. Desta forma, permite-se, mais rapidamente, responder às flutuações da demanda e ajustar o planejamento e programação da produção da empresa.

O sistema “Milk Run” também pode operar com diversas frequências, conforme o setor industrial, o produto, o volume de produção e a proximidade dos fornecedores. Há casos, como nos limites físicos dos atuais condomínios industriais do setor automobilístico, costuma haver uma frequência na faixa de duas a três horas (NEMOTO et al, 2010).

Nos casos de produção *Lean*, o abastecimento da linha de produção tem o objetivo de eliminar os desperdícios citados, buscando a meta de reduzir o tamanho do lote; aumentar a frequência e equilibrar o fluxo de entrega (MELTON, 2005). A importância do sistema puxado com reposição em pequenos lotes, definidos entre as linhas ao longo do fluxo produtivo, visando a responsividade e ajuste à demanda real, a qual pode incorrer em alterações e intercorrências, pois os pedidos são dinâmicos e podem sofrer alterações, ocasionando transtornos, desperdícios e custos elevados.

O picking é um processo que consiste na coleta de material do armazém com o intuito satisfazer a demanda para o processo produtivo ou para clientes (DE KOSTER; LE-DUC; ROODBERGEN, 2007). É um dos processos com maior relevância para a produtividade de um armazém e conseqüentemente onde as melhorias são mais significativas (POON *et al.*, 2009).

Estes sistemas ajudam a reduzir os custos e estabelecer barreiras tecnológicas para potenciais concorrentes.

3.3.1.2 Nível Organizacional

Um desafio crítico para as organizações pode ser o de desenvolver e implementar novos sistemas de medição que possam direcionar a atenção e o esforço da administração para as áreas que precisam ser melhoradas no formato moderno de operação da cadeia de suprimentos. Ele sugere que a finalidade da medição e controle na cadeia de suprimentos é fornecer à administração um conjunto de ações que podem ser tomadas para melhorar o desempenho e planejar esforços para aumentar a competitividade. A esse respeito, ele cita alguns aspectos fundamentais para o desenvolvimento de uma nova abordagem de medição, como a extensão da definição da cadeia de suprimentos para fornecer um contexto de medição, o desenvolvimento de novas medidas e o desenvolvimento de novos parâmetros de referência (BAILEY e FRANCIS, 2008). Flynn *et al.* (2010) afirma que a criação de benchmarks baseados em novos sistemas de medição pode contribuir para direcionar o esforço de gestão na otimização da cadeia de suprimentos e desenvolver

ferramentas que possam auxiliar na implementação da nova abordagem de medição pode ser um passo final crucial para a aplicação efetiva de novas abordagens de medição.

As ferramentas não podem ser limitadas ao próprio sistema de medição, elas também precisam incluir estruturas estratégicas de trade-off e planejamento para garantir o empenho e compromisso executivo e iniciar processos de melhoria na cadeia de suprimentos. Kac *et al.* (2016) argumentam que as cadeias de suprimentos podem diferir na estrutura da rede, na estrutura do produto, nos tempos de transporte e no grau de incerteza que enfrentam. Eles afirmam, portanto, que um estoque de duas semanas pode ser muito alto para uma cadeia de suprimento, enquanto que o suprimento de seis semanas pode ser adequado para outro. Assim, afirmam que para avaliar adequadamente uma cadeia de abastecimento em termos de investimento em inventário, é necessário determinar o nível ótimo de inventário necessário para suportar uma meta de serviço específica, dada a natureza da cadeia de abastecimento e, em seguida, compará-la com o nível atual nessa cadeia. No entanto Liao e Kuo (2014) argumentam ainda que essa avaliação só pode ser possível com um modelo que possa relacionar os investimentos em estoque ao longo de uma cadeia de suprimentos ao desempenho do serviço ao cliente, dadas as características únicas e o ambiente da cadeia de suprimentos.

Projogo *et al.* (2016) argumentam que a incerteza se propaga em toda a rede e leva a atividades ineficientes de processamento e não agregadas de valor. Afirmam que esta incerteza é expressa em questões como: O que os meus clientes vão encomendar, quantos produtos devemos ter em estoque e o fornecedor entregará os produtos solicitados no prazo e de acordo com as especificações da demanda? Afirmam ainda que quanto mais incerteza estiver relacionada a um processo, mais resíduos haverá no processo e a presença de incerteza estimulará o tomador de decisão a criar buffers de segurança em tempo, capacidade ou estoque.

3.3.1.3 Transporte interno

Em relação à movimentação de materiais, Bowersox *et al.* (2013), salienta que, devido a atividade englobar um quantitativo elevado de mão-de-obra, a mínima ausência ou queda no desempenho do trabalho dos colaboradores corrobora em problemas para o bom andamento da produção, bem como devido a natureza da atividade de manuseio, a utilização de tecnologias de informação é comprometida e que a atividade nunca foi tratada de forma integrada e com

importância pela alta administração das empresas, porém destaca que, com tecnologia da automação dos processos, que impactam em redução de mão-de-obra, a atividade de movimentação interna está ganhando cada vez mais destaque entre as organizações.

O manuseio adiciona valor em termos de local e tempo aos produtos, por torná-los disponíveis quando e onde se fizerem necessários para o atendimento da demanda (BALLOU, 2009), e estão associadas às seguintes atividades: recebimento, identificação e classificação, conferência, endereçamento para o estoque, estocagem, remoção do estoque, acumulação de itens, embalagem, expedição e registro das operações (DOBOS; TAMÁS; ILLÉS, 2016).

A movimentação de materiais é um sistema de atividades interligadas que está inserido no âmbito de uma planta industrial (instalação) ou de funções incorporadas que implica cuidados devido à fragilidade, dimensão ou peso do material a ser transportado, para tanto, exige-se embalagens adequadas para que essa movimentação ocorra sem danos (GU; GOETSCHALCKX; MCGINNIS, 2010; BALLANTYNE *et al.*, 2013).

Para Baker e Canessa (2009) o transporte interno de material implica que sejam projetados corredores com espaço adequado visando a melhor interação com os processos de produção, evitando atrasos na produção ou engarrafamentos dentro da fábrica ou armazém. O quantitativo, tipo e forma, ou configuração, do espaço influenciam a escolha dos equipamentos de movimentação de material.

Juntamente com a movimentação de materiais, ergonomia e layout são interdependentes em qualquer setor e/ou empresa, já que tais características contribuem para uma melhor agilidade de processo e a influência que um exerce sobre o outro. A movimentação de materiais é uma consequência do layout e a ergonomia deve proporcionar ao trabalhador neste ambiente, o maior conforto possível. Um layout adequado, bem planejado e estruturado proporciona uma movimentação adequada de equipamentos, material e pessoas, proporcionando o máximo de ergonomia (VARILA; SEPPÄNEN; SUOMALA, 2007).

Tal movimentação considerando os insumos ou matérias-primas quanto as máquinas e a própria mão de obra (pessoas), representam outra importante atividade logística (BAKER e CANESSA, 2009). Está diretamente ligada ao armazenamento dos materiais e a gestão dos estoque. A armazenagem dos materiais foca a administração e planejamento do espaço necessário para manter os estoques e acomodar os produtos, sejam eles matérias-primas, produtos semiacabados ou acabados.

Os custos logísticos mais expressivos são o custo de manutenção de estoque e o custo de transporte, representando de 80 a 90% do total das despesas logística (PETTERSSON e SEGERSTEDT, 2013; WINDMARK e ANDERSSON, 2015). Para justificar a necessidade de investimento em qualidade da logística interna, Beullens e Janssens (2014) apresentam os seguintes dados, referentes à movimentação de materiais: utiliza 25% do total de empregados, ocupa 55% do espaço da fábrica, usa 87% do tempo de produção, representa de 15 a 20% do custo total de fabricação do produto, estima-se que de todo material movimentado 3 a 5% é danificado no processo.

Basicamente o manuseio se dá por equipamentos de movimentação manual ou de movimentação motorizados. Segundo Vieira (2011) e Windmark e Andersson (2015) existem vários tipos de equipamentos de movimentação de materiais, com ou sem motorização, transportadores contínuos, dentre outros.

3.3.2 Logística Interna

Outros autores decompõem a logística em interna e externa. A logística interna refere-se aos processos de recebimento, estoque, controle e distribuição dos materiais utilizados no âmbito de uma organização.

Nas indústrias, a logística interna é contribui para a obtenção da eficiência e do aumento nas quantidades produzidas. Nas empresas prestadoras de serviço a logística possui tanta importância como tem na indústria.

Para Windmark e Andersson (2015) os clientes devem ser o objeto principal da estratégia logística, onde a importância das atividades de suporte para a elaboração das estratégias em uma organização. As principais características da logística interna são:

- Atendimento aos colaboradores - A logística interna é responsável pelo atendimento dos recursos materiais utilizados dentro da empresa;
- Otimização das tarefas - A logística interna permite redução do tempo entre as tarefas desenvolvidas pelos funcionários da organização através da eliminação de espaços e entrega na quantidade ideal; recebimento estocagem movimentação e estocagem em processo armazenagem embalagem.
- Interação dos demais setores da organização - A partir do momento em que há a necessidade do levantamento dos recursos materiais utilizados em cada um dos setores da

organização, propiciando dentro dos limites a padronização desses recursos, a logística interna aproxima os setores discutindo a aplicação e o uso dos produtos deles na execução de suas tarefas.

A partir do momento em que há a necessidade do levantamento dos recursos materiais utilizados em cada um dos setores da organização, propiciando dentro dos limites a padronização desses recursos, a logística interna aproxima os setores discutindo a aplicação e o uso dos produtos deles na execução de suas tarefas (SVENSSON,2003; RAMANATHAN, 2012)

Uma empresa pode ser dividida em atividades primárias e de suporte. As atividades primárias estão diretamente relacionados ao fluxo de produtos até o cliente, e incluem logística de entrada (recebimento, armazenagem etc), operações (ou transformações), logísticas de saída (processamento de pedidos, distribuição física, etc.), marketing, vendas e serviços (instalações, reparos, etc).

As atividades de suporte apoiam as atividades primárias, incluindo suprimento, tecnologia, recursos humanos e infraestrutura da empresa.

Nessa cadeia de valor nenhuma das operações sustenta-se sozinha se elas não estiverem integradas entre si e, se as empresas acabarem desprezando uma dessas atividades, estarão comprometendo o desenvolvimento de suas estratégias e automaticamente eliminando possíveis potencialidades de crescimento de sua organização. Desse modo, a logística interna faz com que a organização obtenha vantagem competitiva diante dos atores ambientais, principalmente no caso dos concorrentes. (GIMENEZ e VENTURA, 2005; MATHIYAZHAGAN *et al.*, 2013)

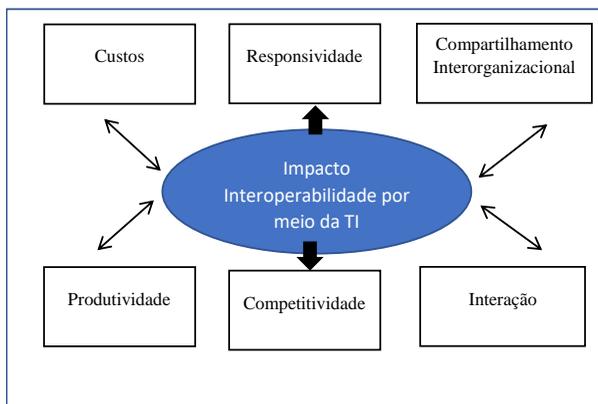
3.3.3 Sistemas de Informação e Simulação

A Logística é área empresarial que mais se beneficiou da automatização e da redução dos custos permitida pela TI, a qual é um recurso importante quando a empresa visa cumprir seus, bem como na sua cadeia de suprimentos (BOURLAKIS e BOULARKIS ,2006).

A tecnologia da informação torna possível a publicação, armazenamento e utilização dessa crescente abundância de informações por intermédio de sofisticados sistemas de análise, modelagem e apoio à decisão (BOYSON; CORSI; VERBRAECK, 2003), e está mudando drasticamente como das cadeias de suprimento operam.

Boza (2015) propõe um modelo de pesquisa para mensuração dos impactos da TI na gestão das cadeias com ênfase na interoperabilidade, exposto na Figura 3.3, o autor demonstra seis variáveis impactadas pelo uso da TI, dentre elas: Integração ou conexão das atividades entre a empresa e seus parceiros; Custos de Armazenagem contemplando o equilíbrio entre pessoal e material; Custos de Movimentação; Velocidade das transações eliminando retrabalhos e interação intraorganizacional.

Figura 3.3 - Impactos da TI na gestão da cadeia logística



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Boza (2015)

Segundo Porter (1992), a vantagem competitiva surge da maneira como as empresas desempenham suas atividades dentro da cadeia de valor. Neste contexto, a utilização da logística associada aos sistemas de Informação é significativa para que as empresas alcancem suas metas e objetivos estabelecidos, propiciando maior produtividade, responsividade e competitividade (BÜYÜKÖZKAN *et al*, 2008).

Segundo Fleury (2000), ocorrem três razões justificam a importância, e a necessidade, de informações rápidas e precisas para sistemas logísticos eficazes: a) os clientes interagem quanto informações sobre a situação do pedido, disponibilidade de produtos, programação de entrega e dentre outras informações necessárias do serviço ao cliente; b) o uso da informação para reduzir o estoque e minimizar as

incertezas relativamente à demanda; e c) a informação aumenta a flexibilidade possibilitando o uso de recursos voltados à vantagem competitiva.

As necessidades de informações logísticas podem ser divididas em quatro níveis funcionais dentro da empresa (BOWERSOX;CLOSS;COOPER, 2012), o nível transacional que trata do registro das atividades logísticas individuais; o nível de controle gerencial que contempla a avaliação de desempenho e elaboração de relatórios; nível de análise de decisão que utiliza a informação para identificar, avaliar e comparar alternativas logísticas táticas e estratégicas; e finalmente o nível de planejamento estratégico que alcança a estratégia logística.

Uma importante ferramenta de comunicação é o EDI - *Electronic Data Interchange*, ou, em português, Intercâmbio Eletrônico de Dados, é uma forma de comunicação eletrônica que permite a troca de informações e documentos em formatos estruturados permitindo seu processamento a partir de determinado software (SANDERS, 2014).

Quando as tecnologias EDI e Internet são utilizadas adequadamente, há oportunidades de melhoria de desempenho nas operações logísticas. Segundo Lambert *et al.* (2001), estas tecnologias impactam vários aspectos da empresa, sobretudo na logística, principalmente em transporte, armazenagem, processamento de pedidos, gestão de estoques, afetando significativamente as áreas de suprimentos /compras e distribuição.

O uso de EDI e Internet na logística de transportes está na transmissão das informações e documentação, possibilitando o rastreamento da carga, no controle dos processos de carga e descarga. Dentre outras vantagens apontadas na literatura podemos citar: redução de custos devido a minimização ou eliminação fretes adicionais, do tempo de atendimento, fidelização no relacionamento entre cliente e transportadora, melhoria das condições para planejamento das operações logísticas, facilitando o processo de licitação de serviços de transporte (INKINEN *et al.*, 2009).

O processamento de pedidos é a atividade que a empresa mais faz com uso da Internet (LANCIONI *et al.*,2003; POON *et al.*, 2009), utilizando além de meios digitais (mensagens eletrônicas), documentos nesta atividade. As vantagens da automação do processamento de pedidos, além de melhoria do nível de serviço ao cliente são: maior disponibilidade de produto, acesso a informações relativas aos pedidos e seus respectivos status, acuracidade das faturas, menores níveis de

estoque de segurança e seus custos correspondentes (LAMBERT *et al.*, 2001).

O EDI é capaz de reduzir o tempo de processamento de pedidos (ciclo de pedidos) e conseqüentemente o custo de processamento de pedidos, aumentar a produtividade dos funcionários nesta tarefa, liberando-os para realização de atividades mais importantes, como por exemplo a negociação com os fornecedores (DANESE, 2007; RITA e KRAPFEL, 2015). O Quadro 3.1 demonstra o uso de EDI e Internet nas atividades logísticas.

Quadro 3.1 – Impacto da EDI e TIC nas atividades logísticas

Atividade	Influência da comunicação eletrônica e TIC
Gestão de transportes	<ul style="list-style-type: none"> . a acurácia da informação e em tempo real pode resultar na redução dos níveis de estoques, minimizando custos desnecessários, perda de capital de giro e descontinuidade de produtos; . a diminuição de incertezas e a melhor percepção da demanda via a troca eletrônica de informações, as quais permitem maior visibilidade para planejamento, controle de estoques e produção
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> . pode possibilitar melhor planejamento de entrega de produtos, eliminando fretes adicionais e reduzindo custos; . pode eliminar o tempo de parade de veículos, esperando a realização de transações comerciais, como emissão de notas fiscais;
Processamento de pedidos	<ul style="list-style-type: none"> .a eliminação de processos manuais de revisão e digitação e a padronização de informações podem permitir agilidade na transmissão, recebimento, processamento de pedidos e redução de erros;– pode reduzir o tempo de processamento dos pedidos, tempo de ciclo dos pedidos e conseqüentemente, o custo de processamento de pedidos

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Bowersox & Closs (2001), Ballou (2009), Lancioni et al. (2003).

Segundo WANKE (2004), o sistema VMI – Vendor Managed Inventory é um sistema de gestão que permite aos fornecedores administrar os estoques e restabelecer seus clientes, condicionados à necessidade de demanda. Ocorre um rastreamento dos produtos em estoque dos distribuidores e varejistas, analisando a necessidade de reabastecimento. Vale o registro que o VMI está totalmente apoiado no EDI.

Para Cao e Zhang (2011) e Gonzalez-Benito *et al.*, (2016), os sistemas de gerenciamento de depósitos e armazéns, são utilizados para o gerenciamento operacional da rotina de um armazém. Sua operação está voltada para decisões com viés totalmente operacionais, tais como: roteirização, endereçamento dos produtos, entre outras. Um WMS é um sistema de gestão integrada de armazéns, que otimiza as atividades e seu fluxo de informações dentro do processo de armazenagem.

As tecnologias foram classificadas em três categorias (YÜZGÜLEC *et al.*, 2013): a) Aplicativos que atendem às necessidades operacionais e estratégicas das empresas e permitem a integração com seus parceiros, efetivando a comunicação, a disponibilidade, acesso e intercâmbio de dados e informação com fornecedores, clientes e outros parceiros de negócio (CLOSS; SAVITISKIE, 2003; KENGPOL; TUOMINEM, 2006); b) comunicação: através de equipamentos e aplicativos utilizados para coleta, armazenagem e transmissão de dados e informações; e c) Transporte ou tecnologia embarcada: oferecem suporte para as atividades envolvidas no transporte dos produtos, como roteirização, rastreamento etc.

O uso destas tecnologias contribui para a racionalização das tarefas e sincronização das atividades, resultando em maior eficiência. Seu emprego, por si só, não constitui fator de diferenciação, pois as tecnologias estão disponíveis e podem ser utilizadas por qualquer empresa. Assim, além de uma gestão eficiente dos fluxos e estoques, os operadores devem buscar um posicionamento estratégico que permita inovar em suas operações logísticas. A inovação vem do emprego da TI para o desenvolvimento de processos logísticos diferenciados, permitindo a estes agentes ganhar mercados, gerar novos produtos e criar novos negócios (BOWERSOX; CLOSS; STANK, 1999; BOWERSOX; CLOSS, 2001; GONZÁLEZ-BENITO *et al.*, 2016).

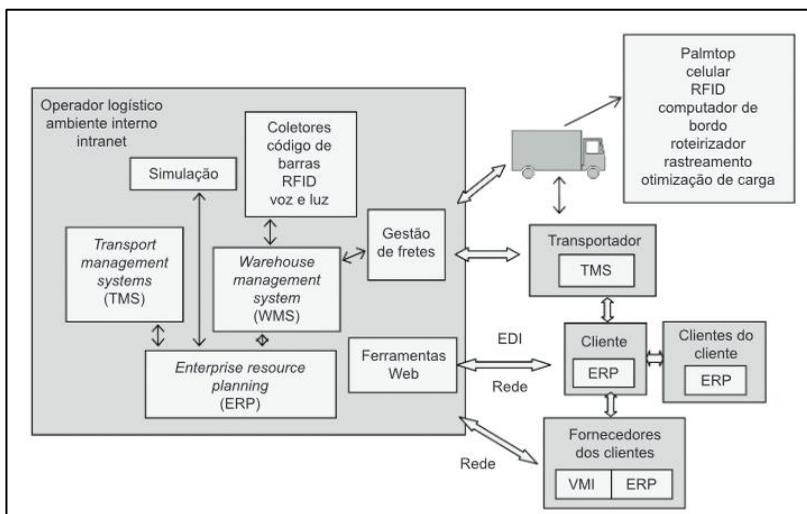
Com os avanços da informática e das telecomunicações, as tecnologias vêm evoluindo para uma integração efetiva, onde, por meio da TI, visualiza-se a capacidade de integrar e coordenar os processos internos das empresas, como também com os de outras organizações, criando redes funcionais (BOURLAKIS; BOURLAKIS, 2006; CHENG, 2011). Neste ambiente, as TIC's podem proporcionar vantagens competitivas para as empresas que a aplicarem de forma adequada nos seus processos (LIN, 2009).

A TI apoia a integração por meio da:

- Integração da informação: ocorre quando todos os dados da organização são mantidos juntos, em um único banco de dados, a exemplo de dados do ERP (XU e MA, 2008; WANG *et al.*, 2007);
- Integração das aplicações: aplicações com função similar ou complementar trocam dados entre si. A execução de pedidos dos clientes, notificações de expedição e outras informações fluem entre o ERP, o WMS e o TMS da empresa (GUNASEKARAN; LAI; CHENG, 2008);

Integração dos processos de negócios: coordenação de processos entre aplicações exógenos à organização. Podemos visualizar nas aplicações como Supply Chain Management (SCM) trocam informações com fornecedores, clientes e outros parceiros externos das empresas, utilizando a internet ou outras redes (VIJAYASARATHY, 2010); e

Figura 3.4 - Impacto da EDI e TIC nas atividades logísticas



Fonte: Adaptado de Inkinen *et al.* (2009) e Yüzgülec *et al.* (2013)

Gerir os custos da movimentação de mercadorias através da cadeia de abastecimento é um enorme desafio para os elos da cadeia (*stackholders*). Um despacho de um embarque único envolve transações e comunicações entre empresas e dentro da empresa. No ciclo de vida de cada transação, uma variedade de pessoas - incluindo fornecedores, clientes, operadoras, atendimento ao cliente, contabilidade, compras, coordenação de produtos, gerenciamento de estoque, gerenciamento de armazém e cumprimento - requerem dados.

As empresas obtêm serviços de transporte com parceiros específicos que satisfazem suas necessidades de preço e serviço e compreendem os níveis de suas necessidades de negócios. Além disso, essas empresas estabelecem processos de negócios e regras de relacionamento para facilitar o fluxo eficiente de informações e materiais em suas organizações. Para transmitir informações internas e externas, as empresas têm historicamente implementado o uso de guias de roteamento de papel.

Vale ressaltar o uso das TIC's nos processos logísticos de roteirização, onde as rotas dos veículos têm o horizonte de tempo de curto prazo, normalmente de um único dia, então o objetivo é determinar as rotas que minimizem os custos de transporte, de modo que as

demandas de todos os clientes sejam atendidas e as restrições de capacidade dos veículos sejam respeitadas (FRANCIS; SMILOWITZ; TZUR, 2008).

Os estudos sobre roteirização de veículos geralmente tratam de casos com carga homogênea. Derigs *et al.* (2011) desenvolveram um estudo com cargas não homogêneas transportadas em compartimentos diferentes. Para Labadie e Prodhon (2014), neste caso é definido como um conjunto de roteiros com início e fim no depósito (ciclo fechado), com a utilização de uma frota de veículos heterogênea, atendendo um conjunto de clientes com demanda conhecida, sendo cada um desses visitado exatamente uma vez e a demanda total de uma rota não excede a capacidade do veículo alocado a essa (CHOI; TCHA, 2007; LI *et al.*, 2016).

De acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2002, p. 415), a roteirização e a programação dos equipamentos de transporte para aperfeiçoar a utilização dos veículos e dos motoristas, buscando atender melhor às exigências dos serviços aos clientes.

No instante em que um melhor atendimento geraria um maior grau de satisfação por parte dos consumidores e também uma redução significativa dos custos fixos, pois o combustível será menos utilizado, pneus serão menos desgastados, amortecedores serão menos forçados e uma maior quantidade de carga poderá ser transportada, já que o tempo estará sendo otimizado.

Um sistema de informação da Logística Interna inclui tecnologias que facilitam a comunicação interdepartamental, troca de informações e processos funcionais. A tecnologia de informação interna inclui as bases de dados de uma empresa e as aplicações de transação que são frequentemente caracterizadas por o grau de integração, precisão dos dados, pontualidade e qualidade.

Um sistema ERP (Enterprise Resource Planning) é um exemplo de um sistema de Tecnologia da Informação da logística interna. Os sistemas ERP facilitam a contabilidade financeira, e a integração da fabricação (AL-MASHARI, AL-MUDIMIGH *et al.*, 2003).

Para ajustar as condições atuais, muitos fabricantes, distribuidores e varejistas implementaram guias de roteamento baseados na Web. Um guia de roteamento baseado na Web garante às empresas que os parceiros comerciais usem as operadoras, as tarifas, os serviços, as regras de negócios e as comunicações necessárias para gerenciar efetivamente sua cadeia de suprimentos (STOCK e LAMBERT, 2001).

As guias de roteamento devem atingir os seguintes objetivos:

- Capacitar aos usuários com informações consistentes em tempo real para executar imediatamente decisões baseadas em informações atuais;
- Tornar disponíveis estas informações, proporcionando assim uma base sólida para a tomada de decisões;
- Eliminar lacunas entre a decisão e a implementação da decisão;
- Melhorar as comunicações e as relações entre parceiros comerciais;
- Compartilhar informações em um ambiente em tempo real, considerando o contínuo desafio de reduzir os custos de transporte e manuseio.

As pessoas em geral, e a administração em particular, não cometem erros deliberadamente. A não conformidade implica que um erro foi cometido em algum lugar ao longo da cadeia de suprimentos. As causas mais comuns de erros são dados inadequados e imprecisos (MAN, VOKOROKOSOVA *et al.*, 2011) .

Uma guia de roteamento baseada na Web deve ser projetada para solucionar esses problemas. Deve capitalizar sobre o que os computadores e as pessoas fazem melhor. Os computadores são excelentes na manipulação de dados, mas não tão bons na tomada de decisões (LABADIE e PRODHON, 2014; WINKENBACH, 2015). Esses documentos podem servir como uma maneira simples e econômica de obter controle, melhorar o gerenciamento de transporte e diminuir os custos diretos e indiretos associados ao transporte de entrada.

3.3.3.1 Armazenagem

A armazenagem é um conjunto de atividades: recebimento, desembarque-descarga, carregamento, estocagem dos produtos acabados. Sua missão é a de garantir a redução de custo, fazendo com que o espaço disponível para a armazenagem seja proporcional à capacidade e/ou necessidade existente na organização. (GU;GOETSCHALNKX;MCGINNIS,2010) apontam que: “armazenagem pode ser definida como um conjunto de atividade relacionadas as atividades ou função: de abastecimento, a qual requer métodos e técnicas adequadas, bem como instalações e infraestruturas apropriadas, e que tem com o propósito o recebimento, a estocagem e a distribuição dos materiais”. Ela é essencial para receber e posicionar os materiais nos locais adequados, de acordo com as necessidades de cada

organização e de cada material. A armazenagem é estruturada a partir das necessidades de reduzir espaço para a estocagem de uma maior quantidade de material, reduzindo assim os custos, sem causar prejuízos ou riscos desnecessários. De Koster *et al.*, (2007) afirmam que a armazenagem representa um importante direcionador de custos logísticos, junto com o transporte e manutenção de estoques. Portanto trabalhar com o máximo cuidado é indispensável para evitar que haja custo inesperado, a redução de risco de acidente, melhor aproveitamento de espaço, agilidade na fiscalização, diminuição de erros e outros. É importante que sejam realizados estudos para impedir o exagero no nível de armazenamento dos produtos, trabalhando com o mínimo necessário sempre que possível. Estudos mais profundos sobre essa área tratam da estrutura da armazenagem, da análise e controle dos estoques melhorando o giro através da automatização e do inventário físico.

3.3.3.2 Produção

A integração interfuncional envolve a interação e a colaboração entre as funções de negócio, ou departamentos (FOERSTL *et al.*, 2013; HERNÁNDEZ *et al.*, 2014; DOBOS *et al.*, 2016). No âmbito empresarial, as funções possuem atividades específicas e distintas que, por vezes, geram conflitos e ruídos entre si (ARSHINDER; KANDA; DESHMUKH, 2011; MOSES; ÅHLSTRÖM, 2008). Pode se destacar como exemplo, medidas de desempenho com parâmetros de medição diferentes ou distorcidos - para a Logística, o custo por tonelada transportada, e, para a Produção, o custo por unidade fabricada (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2012).

Portanto, a Produção busca grandes volumes na entrada de materiais para poder produzir grandes quantidades de produtos, otimizando a utilização dos recursos, enquanto que a Logística repercute que o aumento do volume atinge os níveis de armazenagem e os custos de transporte (LAMBERT, 2008). Para evitar que as funções persigam objetivos contraditórios, faz-se necessário um plano único, a partir dos objetivos empresariais da organização, envolvendo todas as áreas (CHRISTOPHER, 2016).

No desenvolvimento de um sistema de produção puxada em uma empresa, inicialmente é necessária a identificação da localização dos estoques puxadores de peças e os dispositivos que gerenciam o sistema de produção (FIRDAUS e YASIN, 2014). Ou seja, onde ficarão os “supermercados” de peças que, quando apontarem um determinado nível, irão sinalizar a necessidade de produção, ou de

transferência de peças em um ponto anterior da cadeia de transformação.

Em Rahman et al. (2013) na aplicação da produção puxada em uma cadeia de suprimentos, o processo não poderia ser diferente, visto que primeiramente existe necessidade de se identificar onde serão alocados os estoques puxadores e os quadros ou dispositivos que sinalizarão a necessidade de peças, identificação da alocação dos elementos da produção puxada é normalmente desenvolvido com o Mapeamento de Fluxo de Valor, processo utilizado para desenhar e identificar possíveis oportunidades de melhorias no âmbito da produção (PRAJOGO et al., 2016).

A demanda e as condições e produção de uma empresa são dinâmicas, ou seja a demanda de peças em um fábrica muda da mesma forma que os recursos têm sua capacidade alterada em cada período de produção. O sistema de produção puxada deve acompanhar tais mudanças alterando as quantidades e os períodos vigentes no atual sistema. Para isso acontecer, é preciso mudar o viés decisório dos gestores da produção (SENDIL KUMAR e PANNEERSELVAM, 2007). O escopo dos planejadores, desta forma, muda. Agora eles devem concentrar informações das variáveis que controlam o processo e enviar as decisões de mudança do sistema para os pontos adequados.

Em alguns trabalhos (ESPER e WILLIMS, 2003; GIMENEZ, 2006; GIMENEZ; VENTURA, 2005; LAMBERT, 2008; MENTZER; STANK; PIMENTA, 2011), Logística e Produção são funções importantes, ligadas diretamente ao processo de geração de valor ao cliente, enquanto que as outras funções criam uma dependência funcional delas. Dentro desta visão, Toptal, Koc e Sabuncuoglu (2014) afirmam que a coordenação conjunta destas funções na minimização de custos totais de maneira integrada.

Enquanto a Produção tem o foco em produzir com qualidade e baixo custo, a Logística é responsável por providenciar os materiais a serem utilizados na fabricação e, posteriormente, disponibilizar o produto para os consumidores nas condições desejadas. Em conjunto, essas funções podem maximizar a satisfação dos clientes e, conseqüentemente, o resultado financeiro quando a gestão foi nos processos produtivos e logísticos.

A integração interfuncional é estratégica entre suprimentos, produção e distribuição, auxiliando no desenvolvimento de um resultado satisfatório, a partir de decisões a nível funcional dando suporte em outras áreas maximizando o desempenho.

Visto a relevância de ambas as funções no âmbito organizacional, autores como Chikán (2001), Pagell (2004), Gimenez e Ventura (2005), Sezen (2005), e Mentzer; Stank, Esper e Williams (2003) contribuíram para o estudo da fronteira Logística-Produção.

Chikán (2001) examinou medidas de desempenho, indicadores de integração e a tecnologia de informações nesta interface. Como resultado, esse autor encontrou baixa integração entre a Logística inbound e a Produção, e concluiu que os conflitos e diferenças de objetivos entre essas áreas dificultam a integração, sendo necessário desenvolver modelos para lidar com esse problema. O autor constatou uma baixa conexão entre a teoria e a prática da integração dessas funções.

Tal sobreposição de assuntos entre as áreas pode indicar que a Produção e a Logística possuem um alinhamento de objetivos e, portanto, operariam de forma integrada. Gimenez (2006) concluiu que ambas as funções trabalham juntas informalmente, como também, a mesma autora sugere que o fato de ambas controlarem os custos, fato que pode ser outro indício de que o relacionamento entre Logística e Produção seja mais harmonioso. O quadro 3.2 apresenta os pontos de contato Logística-Produção encontrados na literatura.

Quadro 3.2 – Interseções entre Produção - Logística

Ponto de contato	Características
Duração do ciclo de produção	Produção busca por economias de escala com longos ciclos de produção, entretanto, pode implicar em elevação do nível de estoque, repercutindo em aumento de custos logísticos.
Previsão da demanda (sazonalidade)	Com intuito de reduzir custos e evitar situações contingenciais e reativas, a Produção busca antecipar a produção sazonal. O risco que tal antecipação pode ser inviabilizada devido a elevação dos custos de armazenagem.
Programação da produção e do transporte	Geralmente a programação da produção e do transporte ocorrem de maneira descentralizada na empresa. Produção executa sua programação sem visualizar ou discutir possíveis restrições de roteirização da frota da Logística

Ponto de contato	Características
Armazenagem	Logística operar conjuntamente com a Produção para decidir como lidar com a estocagem e o despacho dos produtos acabados.
Redução de lead time	Produção visa o reduzir o lead time objetivando maior ao mercado, mas deve considerar os tempos de descarregamento e demais tempos indiretos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base no portfólio

Desde o trabalho base de Shapiro (1977) sobre a necessidade de integração entre Marketing e Produção, muitos autores discutiram o tema sob diferentes abordagens e enfoques, a saber: (HAUSEMAN et al., 2002; O'LEARY-KELLY e FLORES, 2002; PIERCY, 2007; SWINK e SONG, 2007; LYNCH e WHICKER, 2008). A literatura aponta diversas visões, as quais muitas vezes são conflitantes. (SHAPIRO, 1977), entre as funções de Marketing e Produção. Os principais pontos de contato com os respectivos relacionamentos entre ambas as áreas (trade-offs) são apresentados no quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Interseções entre marketing e produção

Ponto de contato	Características
Previsão de demanda	Produção depende da previsão agregada para decidir a capacidade. Alterações frequentes na demanda de curto-prazo dificultam a programação da produção; por outro lado, agilidade na resposta às necessidades dos clientes (pronto-atendimento) pode representar uma vantagem competitiva.
Gestão de estoques e entrega	Produção quer manter os estoques para obter ciclos de produção mais longos, suavizando assim a produção; já o Marketing quer usar os estoques para entrega imediata ao cliente.
Amplitude da linha de produtos	Enquanto Marketing deseja uma linha de produtos ampla para aumentar as vendas,

Ponto de contato	Características
	fatias de mercado, Produção prefere manter uma linha de produtos mais restrita visando manter baixos os custos de estoque, preparação de máquina e para alteração da Produção.
Introdução de novos produtos	Para a Produção novos produtos podem necessitar novos equipamentos e processos tornando operação produtiva mais complexa. Em contra-partida, a disponibilização de novos produtos no mercado pode representar uma possibilidade para Marketing aumentar as vendas e a lucratividade.
Serviço ao cliente	Promessa do marketing de entrega de um pedido ao cliente em um prazo sem consultar a produção em termos de capacidade. Esse pedido pode prover um aumento significativo nos custos, além de possíveis reprogramações da produção; Por outro lado, não cumprir com a promessa pode impactar negativamente o relacionamento com o cliente.

Fonte: Elaborado pelo autor com base no portfólio

3.3.4 Logística Outbound

A logística externa são as atividades relacionadas à coleta, armazenagem e distribuição física do produto para compradores (PORTER, 1997). A logística externa refere-se a toda a movimentação de mercadoria de uma empresa para outra empresa que na realidade é um canal de marketing. Um canal de distribuição ou um canal de Marketing é definido por vários autores (LYNCH e WHICKER, 2008; RITA e KRAPFEL, 2015) como “conjuntos de organizações interdependentes envolvidos no processo de disponibilização de um produto ou serviço para uso ou consumo”. (CLOSS e SAVITSKIE, 2003; CROCKER *et al.*, 2012)

Para (FLEURY, 2000; FLEURY, WANKE et al., 2000), a logística externa é responsável por todas as funções da administração dos recursos materiais: compras, armazenamento, distribuição, transporte e informações entre uma ou outra empresa pertencente ao canal de distribuição.

Nas empresas prestadoras de serviço, podemos dizer que a logística externa é quase nula. Como a logística refere-se à movimentação de materiais e o fluxo de informação, nessas empresas não existem operações de compra e venda de produtos tangíveis. Em alguns casos, determinadas empresas prestadoras de serviço oferecem produtos junto aos serviços oferecidos, contudo tais materiais são gerenciados logística interna.

A logística de saída dentro da cadeia de suprimentos desempenha um papel crítico no processo global de gerenciamento do relacionamento com o cliente. A logística de saída pode ser definida como:

O processo relacionado com o movimento e armazenamento de produtos desde o final da linha de produção até o usuário final (CHRISTOPHER, 1999).

A logística de saída inclui a "última milha" (ou seja, a etapa final do processo de entrega), que é muitas vezes referida como uma das principais etapas de fazer ou quebrar no processo de Gestão de Relacionamento com o cliente (CRM). Dado seu papel crítico, o planejamento e a abordagem de uma empresa para a logística de saída podem se beneficiar muito com pesquisas quantitativas de "dados de desempenho de empresas", bem como de insights gerados por dados de percepção mais qualitativa. Alguns estudos têm focado especificamente na relação entre desempenho logístico e rentabilidade financeira da empresa. Por exemplo, (STAPLETON *et al.*, 2004; WINDMARK e ANDERSSON, 2015) discutem como o Modelo de Lucro Estratégico pode ser usado para determinar o efeito do ajuste de políticas logísticas sobre o desempenho financeiro das empresas. Além disso, usando dados de pesquisa, (OJHA, GIANIODIS *et al.*, 2013) investigam o efeito do planejamento logístico de continuidade de negócios sobre as capacidades operacionais das empresas e o desempenho financeiro. Abordagens para a logística de saída diferem. Em vez disso, a literatura até o momento tende a agrupar as atividades de logística de saída em estudos mais amplos de operações da cadeia de suprimentos onde a logística de saída representa apenas um subcomponente. Além disso, a investigação sobre

a gestão da cadeia de abastecimento, incluindo a logística de saída, tende também a ser baseada em inquéritos (ou seja, com base em inquéritos sobre as percepções dos profissionais) em vez de dados de desempenho baseados.

Todas as atividades logísticas que são realizadas após a fase de produção estão incluídas na definição de logística de distribuição ou logística outbound. Essas atividades logísticas referem-se a distribuição de mercadorias de e para trás dos clientes, agendamento e manuseio de materiais (SVENSSON,2003).

A Logística *Outbound* é basicamente idêntica á da logística de entrada. A principal diferença entre elas é o atributo do produto/material. A logística de entrada lida com matérias-primas, enquanto a logística de saída lida com produtos acabados. Esta parte talvez tenha o maior potencial de impacto ambiental durante toda a cadeia de suprimentos porque tem mais variáveis e exposições em relação à logística de entrada (POMPONI *et al.*, 2015). O projeto de rede, planejamento e gestão são os primeiros problemas enfrentados por gerentes de logística no lado da saída. Muitas decisões de trade-off precisam ser feitas em relação aos mercados, clientes, produtos e recursos logísticos da empresa. Os Gerentes de logística podem escolher entre uma variedade de opções, incluindo o envio direto ou hub-and-spoke, armazém central ou rede distribuída, modo intermodal ou single, e serviços de terceiros ou frota privada.

Ambientalmente responsável prática tende a favorecer alguns embarques, menos manuseio, movimentos mais curtos, mais rotas diretas, e melhor utilização do espaço. Com tantas opções disponíveis, juntamente com vários regulamentos ambientais locais e estaduais, estes gestores são desafiados a encontrar um bom projeto de rede que pode caber na estrutura existente da empresa e alcançar os objetivos definidos pela gestão. As decisões de inventário em logística de distribuição incluem os níveis de estoque e pontos de ações, centralizadas ou descentralizadas, centros de distribuição, diferentes políticas de serviços para diferentes clientes e itens diferentes, de volta de gerenciamento de pedidos e políticas de reabastecimento

O restante das atividades de saída difere pouco das atividades de entrada. Uma vez que a principal diferença é produtos de maior valor e variáveis mais controláveis na rama de saída, muitas decisões de trade-off deve ter resultados diferentes em inbound e outbound (TOON, 2016). Os gerentes de logística devem se esforçar para entender essa diferença e tomar em conformidade novas decisões de trade-off.

Segundo Novaes (2016), a distribuição física objetiva, levar os produtos certos, para os lugares certos, no momento certo e com níveis de serviços considerados satisfatórios, minimizando os custos. E ainda, a distribuição física pode ser dividida em um número razoável de situações, podendo ser basicamente resumidas em duas configurações básicas: distribuição “um para um” e distribuição “um para muitos”.

Segundo Bowersox e Closs (2001), o processo logístico é dividido em três ciclos: distribuição física, apoio à manufatura e suprimentos. O ciclo da manufatura é desenvolvido geralmente de forma infraorganizacional, o de suprimentos relaciona a empresa com os fornecedores e o de distribuição liga a empresa com os compradores, consumidores ou clientes.

No caso do ciclo de distribuição física é iniciado com a expectativa de venda ou recepção de pedidos dos clientes, abrange o processamento de pedidos até a entrega das mercadorias, onde o objetivo é disponibilizá-las nos requisitos do cliente, seja de tempo, ou de preço (BOWERSON; CLOSS, 2001).

É importante salientar que a distribuição física, que em muitos casos é considerada como logística, tem uma abordagem e um escopo menor, uma vez que não envolve atividades internas (CHOPRA e MENDL, 2007, p.91), e ainda, referem-se à distribuição física como as etapas para mover e armazenar um produto de um fornecedor para um cliente dentro da cadeia de suprimentos.

3.3.4.1 Distribuição

Alguns trabalhos sobre distribuição em grandes centros têm sido conduzidas no sentido de investigar normas e atributos que possam melhorar o fluxo de carga urbana, como em Stathopoulos, Valeri e Marcucci (2012); Ballantyne, Lindholm e Whiteing (2013); Morganti e Gonzalez-Feliu (2015) Conforme esses autores, os agentes não consideram as contingências e as problemáticas dos centros, como também um baixo nível colaborativo entre os elos.

Os pontos de distribuição fecham a cadeia do fluxo logístico, uma vez que estes estão envolvidos com a questão da expedição do material ao cliente, retornando ao início da cadeia logística onde tal expedição gera a pauta para novas requisições dos clientes.

Atualmente, a maioria das empresas estão inclinadas a procurar negociações com os clientes, onde o mesmo cliente aporte o seu transportador ou também procurar enlaces de distribuição onde elas podem economizar custos. Esta é a parte de logística que refere-se ao

movimento para o exterior dos produtos a partir do vendedor para o cliente. Logística de distribuição para a frente e que são termos equivalentes e que abrange o conjunto das operações realizadas para o produto a percorrer o caminho que está longe de seu ponto de produção ao consumo são considerados. Considera-se, a seguir que logística e distribuição são termos equivalentes e que cobrem o conjunto de operações realizadas para que o produto percorra o caminho desde o seu ponto de produção até o consumo. (GUNAEKARAN e KOBU, 2007; KLOSE *et al.*, 2012; SPERANZA e STÄHLY, 2012).

A distribuição física é trazer as mercadorias de um lugar (loja, armazém, centro de distribuição ou cross docking) a um ponto final específico, de modo que se tem os seguintes tipos: Separação - quando as mercadorias serão entregues a um ou mais clientes em uma área específica e ponto a ponto - quando as mercadorias viajam de uma cidade para outra a ser entregue onde o cliente quer.

Na distribuição deve ter se em conta os meios de transporte que podem ser definidos como a circulação de pessoas e bens em todo o espaço físico através da terra, do ar, do mar, ou alguma combinação desses modos. O transporte não é demandado como atividade final, mas como um meio para satisfazer outras necessidades.

Para que a distribuição física possa cumprir a sua tarefa principal tem que se realizar uma série de atividades agrupadas nas seguintes (FERREIRA *et al.*, 2007; KILIÇ e TUZKAYA, 2015):

- a) Processamento dos pedidos: Inclui todas as atividades relacionadas à recepção, verificação e transmissão de ordens de compras.
- b) Gestão de materiais: é a determinação dos meios materiais (caminhões, transportadores, etc.) e procedimentos para transportar os produtos dentro e entre os armazéns e locais de venda da própria empresa.
- c) Embalagem: é a escolha dos sistemas e formas de proteção e conservação das mercadorias: papel, plástico, papelão ou madeira, etc.
- d) Transporte do produto: é a determinação dos meios materiais (caminhão, trem, avião, barco, etc.) a usar e o planejamento de rotas a seguir para mover o produto do ponto de origem até o destino.
- e) Armazenamento: é a seleção da localização, tamanho e características (refrigeração, automação, etc.) dos armazéns em que os produtos devem ser armazenados.

- f) Controle de estoque: compreende a determinação das quantidades de produtos que o vendedor deve ter disponível para entregar ao comprador e definir a frequência com que os pedidos devem ser feitos.
- g) Atendimento ao Cliente: é o estabelecimento de pontos de atendimento, instalações e indivíduos para receber e atender aos clientes e para entregar e recolher o produto.

De acordo com (FISCHER DE LA VEGA e CALLADO, 2008), o canal de distribuição é formado por um grupo de intermediários que fazem chegar os produtos e serviços de fabricantes para os consumidores e usuários finais. A classificação dos diferentes canais de distribuição que são normalmente utilizadas, é feita com base na suposição de que os produtos e serviços exigem algum tipo de tratamento para o seu transporte, permitindo que ambos os clientes e utilizadores finais são satisfeitos. Eles precisam de diferentes canais de distribuição; conforme a Toon *et al.*, (2016), dividindo-se em canal direto que não tem nenhum nível de intermediários, portanto, o produtor ou fabricante desempenha a maioria das funções de marketing, como comercialização, transporte, armazenamento e aceitação de riscos sem o auxílio de qualquer intermediário, canal de varejo no qual tem um nível de de intermediação, revendedores ou varejistas (lojas especializadas, armazéns, lojas de departamento, supermercados, hipermercados, lojas de conveniência, postos de gasolina, etc.), como também o canal Atacadista.

3.3.4.2 Operador Logístico

A logística é considerada fator crítico de sucesso para a estratégia competitiva da organização a avaliação dos Operadores Logísticos – empresas responsáveis pela armazenagem, gerenciamento de estoques e entrega dos produtos – passou a ser vital para a sustentação da parceria cliente-PSL (prestador de serviço logístico).

A origem do termo operador logístico, como é chamado no Brasil, advém da terceirização dos serviços logísticos (outsourcing) ou contrato logístico (logistics contract) – (HAMDMAN e ROGERS, 2008; LIB e LIEB, 2010), com origem nos Estados Unidos, em meados da década de 80 e hoje com repercussão operacional nos países europeus com o nome de Third-party logistics provider – 3PL ou logistics provider. O termo Third-party logistics provider – 3PL começou a ser utilizado como um sinônimo de “subcontratação de elementos do processo logístico”.

As empresas geralmente buscam soluções externas para que possam se concentrar nas suas competências essenciais (HAMEL; PRAHALAD, 2006), contexto este que coloca os operadores logísticos como bons parceiros de negócio, podendo contribuir para a melhoria da satisfação dos clientes e do desempenho das empresas (BASK, 2001).

Para Leuschner *et al.* (2014) o crescimento do outsourcing (terceirização) de serviços logísticos se deve, dentre outros fatores, à concentração ou foco dos esforços das empresas em suas atividades centrais (*core competence*), ou seja nas atividades críticas para sua sobrevivência e lucratividade. Tal mudança na estratégia empresarial estimulou a demanda por serviços logísticos externos, que passaram a ser providos pelos prestadores de serviços logísticos.

Desta forma, por meio do outsourcing de serviços logísticos é possível atingir novos mercados e oferecer um melhor nível de serviço aos clientes. Ao ser terceirizado o serviço, avaliar a eficiência dos Operadores Logísticos e a satisfação dos clientes torna-se uma atividade crítica para o sucesso dos integrantes da cadeia.

Selviaridis e Spring (2007) identificam que os erros mais comuns ao terceirizar são: i) decisões de terceirização - focadas em um ou dois objetivos, não necessariamente os mais importantes; ii) medidas de performance inadequadas – mede o que está disponível, não o que é mais importante.

Entre as decisões de terceirização, pode-se destacar que grande parte das organizações que terceirizam suas operações logísticas o fazem apenas em busca de redução de custos, deixando de buscar outras vantagens competitivas. Para trazer benefícios, a terceirização deve ser baseada no processo de conhecimento do negócio, na troca de experiência e principalmente na identificação e gerenciamento dos fatores críticos de sucesso dos operadores logísticos. Novaes (2016) argumenta que uma das causas do fracasso das empresas que terceirizam suas operações logísticas tem sido a falta de entendimento do processo de avaliação do terceirizado.

Como reflexo da popularização da terceirização logística no meio empresarial e do subsequente crescimento dos serviços contratados com prestadores de serviço um grande número de artigos e pesquisas foram desenvolvidos nos últimos anos, os quais analisavam alguns aspectos da terceirização. Esses aspectos incluem, por exemplo, a sua conceituação, as motivações para sua contratação e o escopo das atividades prestadas por eles (ZHOU *et al.*, 2008).

Dentre algumas das motivações para a onda de terceirização dos serviços logísticos e para a contratação de operadores logísticos,

destacam-se a redução de custos, a melhoria nos níveis de serviço, o aumento da flexibilidade operacional e o foco nas competências-chave do negócio (WILDING; JURIADO, 2004).

Em Lieb e Lieb (2010), demonstram que a crescente complexidade operacional e sofisticação tecnológica tem contribuído de forma decisiva para aumentar a demanda por operadores logísticos. Além das vantagens básicas de custos e qualidade de serviços, os operadores logísticos têm o potencial de gerar vantagens competitivas para seus contratantes em pelo menos três dimensões adicionais: redução de investimentos em ativos, foco na atividade central do negócio, e maior flexibilidade operacional (QURESHI; KUMAR, 2008; LEUSCHNER *et al.*, 2014).

Entretanto, algumas desvantagens na utilização de operadores logísticos podem ser citadas como a perda de know-how das práticas logísticas e a experiência na gerência das operações, diminuição da confiabilidade das operações e o risco de perder o acesso a informações chave do mercado devido a perda de contato com o cliente. (HAMDAN; ROGERS, 2008)

Svenson (2003) destaca que a tendência das empresas é subcontratar uma quantidade maior de atividades no fluxo *outbound* e menor no *inbound*.

O contrato de prestação de serviço é a forma mais comum de contratação de serviços terceirizados. No caso dos PSL este contrato é importante que contemplem: tempo/duração, custo das atividades, descrição dos serviços e atividades, bônus ou pênalti por resultado, definição de responsabilidades e riscos, nível de serviço contratado e indicadores de desempenho. Este último é importante para monitorar, identificar e corrigir ações e falhas nos processos (SELVIARIDIS e SPRING, 2007).

3.3.4.3 Níveis de uso das informações e ativos

Esta sessão abordará os tipos de uso das informações e ativos no processo logístico, considerando o compartilhamento, interação, compatibilidade e colaboração na logística, possibilitando visualizar os conceitos bases das relações entre os elos internos e externos.

A elevada exigência e competitividade dos , decorrentes da segunda metade do século XX, fez com que as empresas buscassem alternativas para incrementar seus desempenhos. Cao e Zhang (2011) afirmam que nas últimas décadas, houve a necessidade de as empresas buscarem soluções exógenas de suas organizações oportunidades de

colaboração com parceiros para garantir a efetividade da cadeia de suprimentos.

Kopczak e Johnson (2003) investigaram características importantes relativos à gestão integrada dos processos logísticos e aos efeitos na competitividade empresarial e na cadeia de valor. As mudanças em curso estariam forçando as empresas a reexaminar sua visão do negócio focando nos processos relativos à sua competência natural. Ainda, segundo os autores, a questão está crítica para a logística devido a necessidade latente de investimentos em ativos específicos e por conta da necessária utilização de recursos tangíveis e intangíveis nas transações comerciais.

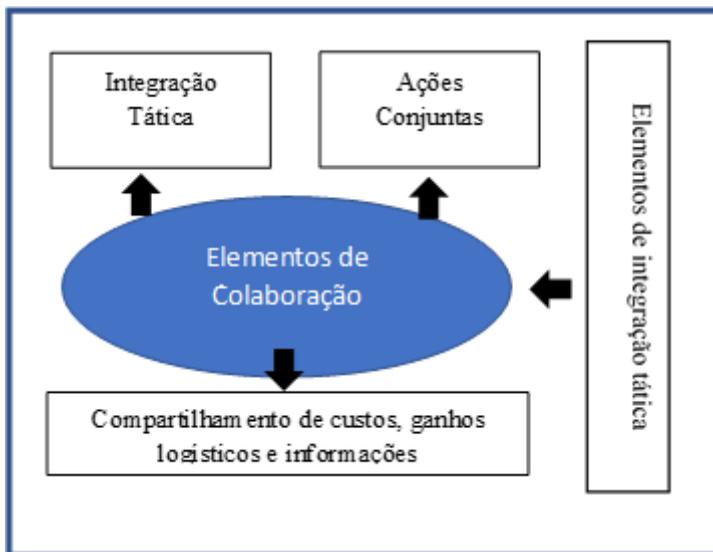
A integração dos processos e das atividades circunscritas às logísticas de suprimentos, ao apoio à produção e à logística de distribuição é um pré-requisito importante para a gestão de custos e serviços no exercício operacional da função, geralmente com o propósito de aumentar a competitividade sustentada das empresas e gerenciar adequadamente o problema do valor para os clientes finais em uma cadeia produtiva (KAC *et al.*, 2016).

Para Toon *et al.* (2016) e Liao e Kuo (2014) a efetividade das relações com fornecedores e clientes na cadeia de valor contempla a formação de alianças estratégicas, gerando assim o aumento da “densidade” do vínculo de relacionamento entre os agentes, em que complexos processos internos e externos serão integrados.

Ho *et al* (2009) agruparam os elementos de colaboração logística em três conjuntos indissociáveis: integração estratégica, integração tática e integração interpessoal. A integração estratégica é composta pelo compartilhamento de informações de estoque; conhecimento das estratégias e dificuldades do parceiro; histórico de relacionamento e do envolvimento da alta gerência. Os elementos de integração tática se referem aos gerentes e supervisores que trabalham com projetos específicos ou atividades conjuntas entre as áreas funcionais envolvidas de duas empresas.

A Figura 3.5 ilustra os principais elementos que formam o conceito de colaboração. Os elementos de integração estratégica são responsáveis pela definição das metas e objetivos da parceria e os elementos interpessoais pelo comportamento dos parceiros, influenciados principalmente pela confiança interorganizacional e interpessoal.

Figura 3.5 -Elementos de colaboração logística



Fonte: Adaptado de Ho *et al* (2009) e Papakiriakopoulos e Pramatari (2010)

Vale ressaltar que o compartilhamento de informações logísticas e comerciais (GONZÁLEZ-BENITO *et al.*, 2016) composto pelos atributos compartilhamento de eventos promocionais; compartilhamento de informação de dados de ponto de venda; compartilhamento de dados de previsão de vendas; planejamento conjunto de sortimento de produto; planejamento conjunto de eventos promocionais, e planejamento conjunto de pedido (SIMATUPANG e SRIDHARAN, 2005; LIAO e KUO, 2014). A eficiência no compartilhamento dessas informações minimiza as barreiras semânticas de informação e pode levar a redução de custos e o aumento da frequência transacional entre os elos (KUMAR *et al*, 2008; POMPONI *et al.*, 2015).

Johnson, Elliott e Drake (2013) afirmam que a colaboração pode aumentar os laços de confiança entre os elos da cadeia, e o estreitamento das relações e a proximidade advinda da colaboração entre as organizações propiciam um aumento de sua capacidade de responsividade a eventos que tendem a ameaçar o desempenho empresarial. De acordo com Barratt e Oke (2007) vários estudos sugerem

que as integrações (interna e externa) baseadas na informação são críticas para a eficácia da cadeia de suprimentos.

Podemos destacar que a aplicação da tecnologia da informação e terceirização de operações têm influenciado o ambiente empresarial da gestão das operações relativamente às estratégias, às técnicas e às tecnologias (GUNASEKARAN e NGAI, 2012). Nesse contexto, destaca-se a colaboração eletrônica tornando-se um elemento-chave para as organizações para a obtenção de processos mais eficientes por permitir visibilidade entre os parceiros da cadeia e viabilizar a implementação de estratégias na cadeia de suprimentos.

A integração interna entre Marketing e Logística é uma das interfaces mais difíceis e com grande potencial de falta de alinhamento (FLYNN *et al.*, 2010). De acordo com Svensson (2003), apesar destas áreas possuírem uma forte interdependência, é comum encontrar barreiras no relacionamento entre elas.

O amadurecimento da integração interna é fundamental para o sucesso na integração externa, pois a coordenação infraorganizacional é essencial para dar suporte e processar informações de qualidade (consistência) e desenvolver processos de tomada de decisão efetivos (CHENG, 2011).

Alguns autores conceituam a integração como o grau de envolvimento com fornecedores e clientes. Na prática isso significa o controle unificado de uma série de processos sucessivos anteriormente exercida de modo independente e unilateral (FROHLICH e WESTBROOK, 2001; FLYNN; HUO; ZHAO, 2010; PRAJOGO *et al.*, 2016)).

No quadro 3.4 abaixo demonstra os métodos de colaboração, os quais estão circunscritos na tecnologia da informação, como também nos processos logísticos.

Quadro 3.4 – Métodos de colaboração nos processos logísticos

Método abordado	Autores	Escopo
Collaborative Planning Forecasting Replenishment (CPFR)	Bailey e Francis (2008) Chan, Chong e Zhou (2012) Ramanathan (2012)	Planejamento colaborativo da demanda final e da reposição dos estoques entre os participantes. Possui uma complexidade de

Método abordado	Autores	Escopo
		implementação devido ao escopo da metodologia. É o método colaborativo mais completo e proativo, configurando-se como uma extensão das demais iniciativas como ECR, VMI e CR.
Vendor Management Inventory (VMI)	Disney e Towill (2003) Sari (2008) Taleizadeh et al (2015)	O fornecedor executa o gerenciamento dos estoques de seus produtos no cliente, com atendimento de forma reativa, devido não desenvolver previsão.
Collaborative Planning (CP)	Danese (2007) Taghipour e Frayret (2013) Nyaga, Whipple e Lynch (2010)	Método não estruturado e focado na tomada de decisão sobre planos ao longo da cadeia de suprimento. Requer maturidade dos agentes para a melhor tomada de decisão. Baseado em sistemas como o ERP.
Efficiente Consumer Response (ECR)	Corsten e Kumar (2005) Bailey e Francis (2008) Fernie (2014)	Reposição, seleção, promoção e introdução de novos produtos. Caracterizado como reativo à demanda. Reposição contínua de produtos.

Método abordado	Autores	Escopo
e-Collaboration	Cassivi (2004) Rozenweig (2009) Chan, Chong e Zhou (2012)	Permite a integração dos processos de negócio e compartilhamento de informações
Collaborative Transportation Management (CTM)	Esper e Williams (2003) Chan e Zhang (2011)	Interação dos participantes da cadeia visando dar agilidade nas entregas e redução de custos logísticos. O enfoque é na otimização, e não na coordenação.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no portfólio de artigos

Nyaga, Whipple, e Lynch (2010) concordam que as relações colaborativas com parceiros melhoram eficiências, flexibilidade e sustentam vantagens competitivas, porém não definem claramente quais fatores promovem o êxito. Para esses autores, as relações de confiança e comprometimento são elementos interdependentes responsáveis pela melhoria do desempenho e satisfação das empresas dentro de um ambiente colaborativo como o compartilhamento de informações ou outro esforço conjunto.

3.3.5 Estratégia

Estratégia é o programa geral para a consecução dos objetivos de uma organização e, portanto, para o desempenho de sua missão. A palavra "programa" implica, em nossa definição, um papel ativo, consciente e racional desempenhado por administradores na formulação da Estratégia da organização. Uma Estratégia estabelece uma mesma direção para a organização em termos de seus diversos objetivos e orienta o aproveitamento dos recursos usados para a organização seguir em direção a estes objetivos (MINTZBERG *et al.*, 2006; PRAHALAND e HAMEL, 2006; STANK *et al.*, 2012).

Também se pode definir Estratégia como o padrão de resposta da organização ao seu ambiente no tempo. Estratégia associa os recursos humanos e outros recursos de uma organização aos desafios e riscos apresentados pelo mundo exterior.

Toda a organização tem uma Estratégia – não necessariamente boa -, mesmo que esta nunca tenha sido formulada explicitamente. Quer dizer, toda organização tem uma relação com seu ambiente, que pode ser estudada e descrita. Esta visão de Estratégia inclui organizações onde o comportamento dos administradores é de reação - de resposta e ajustamento ao ambiente sempre que necessário.

3.3.5.1 Estratégia de relacionamento com Clientes

Praticamente todos nós concordamos sobre a importância da centralização do cliente e uma estratégia robusta para o cliente. Uma estratégia de cliente bem projetada melhora a geração de negócios, a aquisição, a venda cruzada e as taxas de retenção, oferecendo experiências diferenciadas consistentemente em todos os pontos de contato com o cliente.

Mas existem opiniões diferentes sobre o que é a estratégia do cliente. Poderia ser segmentação, estratégia de experiência do cliente, estratégia de mídia, estratégia de oferta, estratégia de comunicação da marca, ou qualquer combinação destes (CORSTEN e KUMAR, 2005). Embora nenhum desses termos esteja incorreto, individualmente eles apenas fornecem uma definição parcial.

Para Rollins *et al.* (2011) a estratégia do cliente como uma abordagem embasada em dados para maximizar o valor financeiro dos clientes, combinando uma alta interação das necessidades, comportamentos e de geração de valor do cliente com a capacidade de relacionamento.

3.3.5.2 Estratégia de relacionamento da cadeia de suprimentos

Ao longo das duas últimas décadas, tem havido uma mudança marcada no foco da estratégia de operações. Se os anos de 1980 eram sobre alinhar verticalmente as operações com a estratégia de negócios (Hayes e Wheelwright, 1984), os anos 90 foram sobre alinhamento horizontal de operações entre processos (GHOSHAL e BARTLETT, 1995).

Na maioria das indústrias hoje, não basta simplesmente otimizar as estruturas internas e infraestruturas baseadas na estratégia de negócios.

Os fabricantes mais bem sucedidos parecem ser aqueles que ligaram cuidadosamente seus processos internos a fornecedores e clientes externos em cadeias de suprimentos exclusivas. Em suma, para este novo milênio a integração upstream e downstream com fornecedores e clientes emergiu como um elemento importante da estratégia de fabricação.

Embora a importância fundamental das cadeias de suprimentos seja amplamente aceita (SAUNDERS,1994; SANDERS,2014; ZSIDISIN, HARTLEY *et al.*,2015), questões importantes permanecem abertas sobre como caracterizá-las (GARCÍA-CÁCERES e ESCOBAR, 2016; SNYDER *et al.*,2016). Ainda o conhecimento é relativamente fraco quanto a formas de integração que os fabricantes utilizam para se relacionar com fornecedores e clientes. Além disso, se sabe muito pouco sobre as conexões entre a integração da cadeia de fornecimento upstream e downstream e o desempenho resultante

3.3.5.3 Estratégia de relacionamento com Fornecedores

Apesar das diferentes definições, pode-se afirmar que existem três tipos de segmentação de fornecedores para as políticas de suprimento: relações do tipo *arm's length* (mercado), de parceria e de quase-mercado (LEUSCHNER *et al.*, 2014).

O regime *arm's length* caracteriza-se pela possibilidade dos atores contratantes minimizar ao máximo sua dependência em relação aos fornecedores, aumentando sua barganha de negociação de preços ou outras condições do fornecimento (RITA e KRAPFEL,2015).

Para Büyüközkan e Feyzioğlu (2008), quanto maior o número de fornecedores, tal barganha será amplificada, já que esse poder tende a ser mais forte, como também, o fato de os pedidos serem divididos entre um número maior de fornecedores propicia uma competição entre os contratados, e certamente melhorando a precificação ofertada.

A terceira forma de segmentação, identificada como regime de “quase-mercado”, tem-se a criação de estruturas de governança e relacionamentos mais duradouros entre empresas, mesmo no caso de transações e contratos considerados não-estratégicos.

Alguns componentes são assim chamados porque, embora representem inputs absolutamente necessários à produção da contratante, podem não ser considerados estratégicos por alguns motivos: por não envolverem ativos específicos; por serem de menor valor agregado; por não interferirem diretamente nos processos e nas competências centrais da organização cliente; ou por serem materiais de uso indireto (não-

consumidos diretamente na produção) (ZAMMORI; BIGLIARDI; CARMIGNANI,2014)

No Japão pós-guerra a segmentação de fornecedores em regime de parceria parece ter sido decisiva, tendo sido impulsionado um modelo de gestão particular para o relacionamento interorganizacional e a gestão das cadeias de suprimento, suportado por práticas colaborativas no tocante à integração de processos produtivos e logísticos entre as empresas, o que de fato impulsionou a maior especialização da economia e das empresas.

A necessidade de desenvolver uma estrutura de gestão interorganizacional eficiente que envolva clientes e fornecedores vem sendo construída, segundo Ramanathan (2012), por características afins ao relacionamento, ao objeto da transação e à capacidade tecnológica dos atores. Dentre esses elementos: a intensidade e a complexidade dos fluxos de informação e de recursos entre os agentes econômicos; a natureza do objeto da transação; o nível de investimentos em ativos; a capacidade tecnológica do fornecedor e sua influência nas especificações do design do produto da empresa cliente; o nível de complementaridade dos recursos e de competências entre as empresas; o momento de envolvimento do fornecedor no processo de suprimento; e a responsabilidade pelo design, entre outros fatores (CORSTEN e KUMAR, 2005; TALEIZADEH *et al.*, 2015).

A mudança do relacionamento cliente e fornecedor ao longo dos anos foi impactada pelas tecnologias da informação, onde esta integração tecnológica possibilitou um aprofundamento interrelacional e uma maior aproximação, na qual o foco passou a ser a busca por estratégias que ampliem a cooperação e tornam a cadeia de suprimentos competitiva (NYAGA;WHIPPLE; LYNCH, 2010; CHANG e ZHANG, 2011). O quadro 3.5 demonstra as principais mudanças no relacionamento do setor de compras.

Quadro 3.5 – Principais mudanças relacionais – cliente x fornecedor

Compra reativa	Compra pró-ativa
Compras é um centro de custos	Compras pode adicionar valor
Compras recebe especificações	Compras e fornecedores contribuem para as especificações
Compras rejeita materiais defeituosos	Compra evita materiais defeituosos
Compras subordina-se a finanças e a produção	Compras é importante função Gerencial

Os problemas são de responsabilidade do fornecedor	Os problemas são de responsabilidade compartilhada
Sistema com independência de fornecedores	O sistema pode ser integrado ao sistema dos fornecedores

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Chang e Zhang (2011) Zamori *et al*, (2014)

3.4 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo tratou do referencial teórico sobre logística com seus elementos básicos, conceitos, aspectos evolutivos. A partir da análise de conteúdo do portfólio bibliométrico foram identificadas as variáveis de composição dos construtos, do modelo conceitual deste trabalho, a saber: logística *inbound*, logística *outbound*, logística interna e estratégia.

E ainda, a identificação das variáveis observáveis do modelo (abastecimento, nível organizacional, transporte interno, armazenagem, produção, distribuição, operador logístico, níveis de uso das informações e ativos, relacionamento com clientes, cadeia de suprimentos e fornecedores).

4 ASPECTOS DA INTEROPERABILIDADE

4.1 INTEROPERABILIDADE

4.1.1 Conceitos iniciais

O marco do conceito da interoperabilidade está em IEEE (1990), a partir daí muitas outras definições foram surgindo de forma a complementar este conceito, contudo esta definição ainda permeia as pesquisas até o dia de hoje.

Antes da IEEE, Eldridge (1978) definiu a interoperabilidade como: “Capacidade de um único sistema receber e processar informações de interesse mútuo, transmitido por outro sistema”, mas sem muita expressão nas pesquisas.

O conceito do IEEE, foi ampliado, para além do sistema da informação, contemplando fluxos de serviços (HEITER,1995). No ano de 2000 com o possível bug do milênio é que a interoperabilidade veio à baila com mais latência. Para tanto o IEEE (2000) publicou nova definição, onde a interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas para trocar informações e usar as informações que tenham sido trocadas.

Segundo a ISO 16100 (2002) a interoperabilidade é definida como: “A habilidade de dividir e compartilhar informações usando sintáticas e semânticas comuns para cumprir uma relação funcional de uma aplicação específica através do uso de uma interface comum.”

A interoperabilidade, inicialmente, alcançava os sistemas de informações, visando diminuir os problemas multidimensionais existentes nas áreas de uma empresa, (NAUDET *et al.*, 2010; MORGANTI e GONZALEZ-FELIU, 2015). Sistemas interoperáveis começaram a serem aplicados no âmbito de organizações militares, pois a possibilidade de um fluxo de informação efetivo e seguro eram fundamentais para a condução das suas operações, (PANETTO e MOLINA,2008).

De acordo com Daclin *et al* (2006), a interoperabilidade é definida como a capacidade de dois sistemas ou mais trocar informações e utilizar as mesmas de forma eficiente. Para Chen *et al* (2008) a interoperabilidade empresarial leva em consideração a rede de empresas, onde se refere à capacidade de interação (troca de informações e serviços) entre os diferentes sistemas da empresa.

A interoperabilidade permite a integração de processos bibliográficos e documentais heterogêneos entre diferentes sistemas de

comunicação, ou seja, que serviços de busca e recuperação de informação direcionados aos usuários sejam disponibilizados por meio de sistemas que integram hardwares, softwares, estruturas de dados e interfaces diferentes eficazmente (NATIONAL INFORMATION STANDARDS ORGANIZATIONS, 2004; SAYÃO; MARCONDES, 2008).

Analisada de forma abrangente, a interoperabilidade deve contemplar três dimensões básicas, com suas respectivas agendas de trabalho (CEC-IDA, 2003: p.7-8):

- a) interoperabilidade técnica, voltada para os aspectos técnicos da interconexão entre sistemas informatizados, a definição de interfaces abertas, formatos de organização dos dados e protocolos, inclusive de telecomunicação;
- b) interoperabilidade semântica, voltada para assegurar que o significado preciso da informação intercambiada seja inteligível por qualquer aplicativo; e
- c) interoperabilidade organizacional, voltada para a modelagem de processos e o realinhamento de arquiteturas de informação das organizações com objetivos e estratégias que promovam o trabalho em cooperação.

Soares (2014) constatou a existência de inúmeras definições para interoperabilidade, bem como elevada amplitude da diversidade e perspectivas que podem ser convergidas. Demonstra, 31 definições provenientes de diversas fontes. Alguns conceitos de interoperabilidade, segue abaixo:

- a) Necessidade de troca de informações e uso da informação trocada, como pode ser percebido na definição do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) que considera a interoperabilidade como a — capacidade de dois ou mais sistemas ou elementos trocarem informações entre si e usarem as informações trocadas (IEEE, 2000).
- b) Necessidade de haver um —entendimento entre as entidades que trocam a informação. Apesar de não explicita na definição anterior, esse —entendimento é um requisito que se considera essencial para a existência de interoperabilidade. Embora duas entidades possam ser capazes de trocar informação, apenas existirá efetivamente interoperabilidade entre elas se a troca e a utilização dessa informação ocorrer num contexto de entendimento partilhado (SOARES, 2014).

Tal requisito pode ser evidenciado, por exemplo, na definição apresentada no documento da e-PING 2011 atribuída à International Organization for Standardization (ISO), que considera a interoperabilidade como —a habilidade de dois ou mais sistemas (computadores, meios de comunicação, redes, software e outros componentes de tecnologia da informação) de interagir e de intercambiar dados de acordo com um método definido, de forma a obter os resultados esperados (BRASIL, 2010, p.7).

Seguem nesta linha o conceito contido no Plano de Ação Europeu de Governo Eletrônico que define a interoperabilidade como a capacidade de sistemas e máquinas para trocar, processar e interpretar corretamente as informações (EUROPEAN..., 2010a).

- c) A capacidade de interoperação entre as entidades envolvidas deve ser alcançada sem que essas entidades tenham que conhecer de forma detalhada o modo de funcionamento das entidades com quem interoperam.
- d) Por fim, implícita no conceito de interoperabilidade está a ideia de que as entidades interoperantes, geralmente entidades heterogêneas, operam de forma autônoma, autonomia esta cuja preservação é fundamental. Assim, a interoperabilidade entre as entidades deve ser alcançada com um mínimo de interferência na autonomia de cada uma delas.

Segundo Carson (2009), a interoperabilidade capacita a empresa em trabalhar em conjunto com outras empresas, atuando na troca de informações, equipamentos, com o mínimo de impacto final sobre as mesmas. Para Chen e Daclin (2006) a interoperabilidade deve ser vista como a compatibilidade das competências, qualificações e ativos da empresa com as demais. Os componentes são conectados por uma rede de comunicação e podem interagir, trocando serviços, mas mantendo sempre sua própria lógica de operação geral.

Segundo Moon *et al* (2008), uma rede de negócio interoperável, liga os processos de negócio de unidades organizacionais independentes, usando uma infraestrutura uniforme em que todos os parceiros interagem uns com os outros na rede. Em condições de mudança, qualquer ajuste provocado por um fator envolvente pode ser realizado rapidamente e de forma transparente.

De acordo com Chen *et al* (2008) a interoperabilidade empresarial leva em consideração a rede de empresas, onde se refere à capacidade de

interação (troca de informações e serviços) entre os diferentes sistemas da empresa.

A interoperabilidade pode ser considerada como o processo contínuo de assegurar que sistemas, procedimentos, bem como a cultura de uma organização sejam gerenciados com o objetivo de possibilitar a maximização do intercâmbio e reuso de informação. (SAYÃO e MARCONDES, 2012)

Para Brunnermeier e Martin (2002), interoperabilidade é a habilidade para comunicar dados através de diferentes atividades produtivas. É essencial para a produtividade e competitividade de muitas indústrias devido a eficiência requerida pelos projetos e a produção, com a coordenação de muitos participantes diferentes no processo.

A interoperabilidade permite que diversas organizações forneçam dados, sem interferir nas suas escolhas tecnológicas, processos de produção, ou cultura interna. A interoperabilidade pode ser definida como a capacidade de um sistema ou seus componentes para compartilhar informações e aplicações independentemente da sua heterogeneidade (BISHR, 1998; ANAND *et al*, 2012; BLATTERT, 2012).

De acordo com Gottschalk (2009) e Paviot *et al* (2011), pode-se dizer que a interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas, ambientes informacionais digitais e padrões de metadados heterogêneos, intercambiarem seus dados, a partir da codificação das regras e esquemas de descrição utilizadas pelo catalogador, na confecção padronizada e metodológica dos metadados, e na estruturação conceitual do ambiente informacional proporcionados pelas ontologias

Uma rede de negócio interoperável, interliga os processos de negócio de unidades organizacionais independentes, usando uma infraestrutura uniforme em que todos os envolvidos (parceiros) interagem uns com os outros na rede, onde ajustes e mudanças ocorrem de forma rápida e transparente, onde a capacidade de interação entre aplicações de empresas, e sua efetividade dar-se-á pela execução dos três níveis: dados, recursos e processos (DUCQ e CHEN, 2008).

Em Chituc (2008), Inkinen *et al* (2009) a interoperabilidade refere-se ao uso de ferramentas computacionais, e simulações, que facilitam um trabalho coordenado e fluxo de informações, possibilitando uma harmonia entre os processos de negócio, influenciando na performance do negócio (VERDECHO *et al*, 2012).

A interoperabilidade entre componentes de um sistema distribuído heterogêneo é definida como a habilidade destes componentes trocarem informações apesar das diferenças de linguagem e plataforma

(WEGNER, 1996; MANOLA, 1995 ; LAI *et al*, 2009; CHEN *et al*, 2010; ANAND *et al*, 2012).

Landsbergen (2001) apresenta alguns benefícios gerados pela interoperabilidade, como, por exemplo, maior efetividade (interconexão em vez de soluções isoladas), eficiência (redução dos custos de transação) e responsividade (melhor acesso a mais informações, possibilitando a resolução mais rápida dos problemas). Na logística urbana, a partir do uso de centro de consolidação de fretes, apresenta também uma maior lucratividade (MALHENE *et al*, 2012).

Interoperabilidade dos sistemas refere-se à capacidade dos dois ou mais sistemas ou componentes para trocar informações e usar a informações que foram trocadas. interoperabilidade organizacional está relacionada com a capacidade de duas ou mais unidades para fornecer serviços e aceitar os serviços de outras unidades, e para usar os serviços de forma trocados para que possam operar com eficiência em conjunto (LEGNER; LEBRETON, 2007).

Quadro 4.1 – Definições da Interoperabilidade

Autores	Definição
Eldridge (1978)	A interoperabilidade sendo a capacidade de um único sistema receber e processar informações de interesse mútuo, transmitido por outro sistema.
IEEE (1990)	A interoperabilidade representa a capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes na troca e no uso das informações que foram trocadas
IEEE (2000)	Capacidade de dois ou mais sistemas para trocar informações que tenham sido trocadas. A capacidade promovida, mas não garantida pela conformidade conjunta com um dado conjunto de normas, que permite que os equipamentos heterogêneos geralmente construídos por vários fornecedores trabalhem conjuntamente num ambiente de rede. Pela primeira vez são citados as redes colaborativas.
ISO 16100 (2002)	Habilidade de dividir e compartilhar informações usando sintáticas e semântica comum para cumprir uma relação funcional de uma aplicação específica através do uso de uma interface comum.

Autores	Definição
Berre <i>et al</i> (2009)	Capacidade de integrar dados, funcionalidades e processos com respeito a sua semântica.
OTAN (2006)	A interoperabilidade é definida como a capacidade de configurar a rede de conexões entre as nações, permitindo em tempo real, troca e partilha de informações relevantes.
Chituc et al (2008)	Interoperabilidade como uma ferramenta que esta fundamentada na utilização de computador para facilitar a coordenação do trabalho e do fluxo de informações entre as interfaces organizacionais.
Chen et al (2008)	Interoperabilidade é a capacidade de dois sistemas entenderem um ao outro e utilizar as informações geradas de um para outro.
Lier e Hardjono (2011)	O sistema interoperavel nada mais é do que o estabelecimento de conexões mútuas entre dois ou mais sistemas e/ou empresas, de forma a trocar, compartilhar e criar novas informações (tendo como principio os dados trocados no sistema).
Panetto et al (2012)	Interoperabilidade relaciona-se com a troca e o uso de informação; ou na realização de uma operação em nome de outro sistema.

Fonte: O autor

4.2 APLICAÇÕES

A globalização, a complexidade existente no mundo em relação às diversas atividades desenvolvidas por vários setores e o aumento da quantidade de conhecimento necessário para enfrentar os constantes desafios científicos e tecnológicos levam a parcerias internacionais, em que o compartilhamento de informações e documentos deforma rápida e eficaz se torna essencial. Os repositórios digitais, na concepção de vários autores, são vistos como uma possibilidade de otimizar esse compartilhamento (CROW,2002; MARCONDES; SAYÃO, 2009).

Segundo Panetto *et al.* (2008), a interoperabilidade aplicada na manufatura poderia gerar uma maior integração entre o homem e a máquina, tornando todo sistema mais ágil e flexível. Ainda de acordo com o autor, esse sistema poderia converter as informações de chão de fábrica em informações essenciais para tomada de decisão. Assim, o sistema de

fabricação em execução fornece em tempo real informações sobre o que está acontecendo no chão de fábrica, para os gerentes (nível estratégico), ao mesmo tempo em que fornece informações para os operadores (nível operacional).

A descrição e situação de interoperabilidade, dependem acentuadamente da natureza e do tipo dos dados que serão comunicados. Para muitas ferramentas computacionais de engenharia, a transferência de dados geométricos entre sistemas aplicativos, é uma rotina realizada automaticamente. Isto é possível, mas raro (BLATTERT *et al.*, 2012). Onde transações que requerem sistemas aplicativos em ambas as partes envolvidas, há que existir uma associação, ou aplicação de produtos especialistas que garantam o sucesso da transferência.

Panetto *et al.* (2008) ressalta que a interoperabilidade liga as informações entre os sistemas de planejamento estratégico como o ERP e a fabricação, supervisão e controle de chão de fábrica. Através de uma gestão interoperável com controle on-line de informações atualizadas em tempo real, a gerência poderá propor um melhor planejamento estratégico da produção e de execução, pois relacionará informações atuais de demanda com os recursos básicos da empresa: pessoas, estoques equipamentos. Assim, a interoperabilidade se bem aplicada poderá gerar ganhos logísticos, principalmente na redução do lead time. Brim (2005) ressalta que um sistema interoperável pode gerar maior eficiência logística, pois proporciona uma estrutura central de comando e controle bem definida, reduzindo diretamente os custos logísticos com operações desnecessárias. Panetto *et al.* (2008) salienta que as relações de interoperabilidade entre os atuais sistemas e produtos, garantem a coerência entre o fluxo físico e o fluxo de informação durante todo o ciclo de vida do produto, reduzindo diretamente custos de estocagem, transporte, compras de matérias primas, gerando uma maior eficiência para todo o sistema.

Quando da utilização de RFID aplicadas em transportadores e operadores de frete, pode-se onde é possível gerar o geolocalização da carga, distribuindo essa informação pelos parceiros e otimizar as rotas de distribuição, possibilitando a otimização da cadeia de suprimentos (HELO e SZEKELY, 2005; PARK *et al.*, 2006; WANG, 2009; ZACHAREWICZ *et al.*, 2011).

Em Bruzzone *et al.* (2005) e Buyukozkan *et al.* (2011) o uso de simuladores logísticos contribuem para a visão geral das atividades portuárias, de transportes, guindastes, contêineres demonstrando a interoperabilidade entre as partes que compõem a logística,

principalmente quanto à interação de processos e compartilhamento de informações.

Em Lendermann *et al.* (2003) discutem sobre a importância da simulação - para a prototipação - logística no âmbito de uma fábrica de semicondutores, considerando a complexidade operacional, produtiva e sua cadeia de suprimento.

Por meio de tecnologias B2B, revelam a confiabilidade dos dados, mas sobretudo os possíveis ganhos na cadeia logística advindos da padronização (visão semântica), tal estudo empírico de Inkinen *et al.* (2009) clareia a questão da minimização das dificuldades desta interação, via a interoperabilidade.

No sistemas da cadeia de suprimentos, da área de saúde, a interação de aplicações e compartilhamento de dados constitui-se um importante suporte para tomada de decisão (FENIES *et al.*, 2006). A interoperabilidade atua como ferramenta de padronização e mitiga fatores críticos em hospitais (LIN *et al.*, 2012), e ainda quanto aos registros saúde eletrônicos.

No caso de empresas de e-commerce (B2B e P2P), nos exemplos da UPS e Fedex, permitem seus clientes acompanhar e monitorar suas encomendas, por meio de um sistema integrado (TALEVSKI *et al.*, 2005).

Em Park *et al.* (2006), De La fuente *et al.* (2008) e Ye *et al.* (2008) abordam a questão a interoperabilidade como modelo semântico dos sistemas de manufatura e SCM compartilhando dados e informações, e de outro lado os modelos de simulação (HELO E SZEKELY, 2005; BRAMBERT *et al.*, 2006; WEICHART *et al.*, 2010) que propiciam aspectos colaborativos nos serviços ao cliente final.

Sheth (1999) classifica a evolução dos sistemas de informação em três gerações, com relação ao requisito interoperabilidade: a geração das tradicionais base de dados, em que o foco é a integração de dados estruturados e armazenados bases de dados heterogêneas, distribuídas e autônomas; a segunda geração, dos mediadores, que são componentes oferecem facilidades para integrar e interoperar grandes quantidades de informações estruturadas e semi-estruturadas, encontradas na internet; e a nova geração, em que o foco da interoperabilidade é a semântica.

Neste diapasão insere-se o enfoque logístico a questão da compatibilidade, principalmente de ativos e operações, como ocorre no transporte. Neste contexto é fundamental a troca de informações – ainda que exista a heterogeneidade (CAVALIERI *et al.*, 2000; FRIED, 2006; LEVIJAKANGAS *et al.*, 2007; CHEN *et al.*, 2010; KHALIFA *et al.*, 2011; ANAND *et al.*, 2012).

Para Hamilton *et al.* (2004) a interoperabilidade concentra-se em situações onde a capacidade dos sistemas se comunicarem e cooperarem está faltando. Neste caso fica difícil a mensuração da interoperabilidade. Para efetivar a mensuração o autor classifica a interoperabilidade pelo nível de riqueza da comunicação (troca de informação) que um determinado sistema ou grupo de sistemas permite.

Na literatura relacionada à ciência da computação encontram-se exemplos de referências que definem interoperabilidade, de forma simples, como a capacidade que um sistema possui de compartilhar e trocar informações e aplicações com outro sistema (BISHR, 1998; SHETH, 1999; SAYÃO e MARCONDES, 2008).

Marcondes e Sayão (2001) refletem que a interoperabilidade é a possibilidade do usuário buscar por recursos informacionais heterogêneos, armazenados em diferentes locais de uma rede, utilizando-se de uma interface única e sem necessidade de conhecimento sobre como os recursos estão armazenados.

Arms (2002) expõe que a interoperabilidade tem como desenvolver serviços e soluções úteis para os usuários, a partir de recursos informacionais diversos e heterogêneos, e em alguns casos gerenciados por organizações diferentes.

A interoperabilidade supõe complementar uma série de estratégias humanas ligadas à descrição consistente e flexível da informação, com base em metadados, com um conjunto de ferramentas, softwares e protocolos que permitam que diferentes sistemas de informação estabeleçam um acesso universal integrado aos recursos informacionais. (VERDECHO *et al.*, 2012)

Considerando a possibilidade de ampliar a interoperabilidade implica que as métricas para mensurar a interoperabilidade podem ser definidas. Assim, Chen *et al.* (2008 b) ressalta que a medição da interoperabilidade permite a organização conhecer e melhorar os problemas gerados no sistema. De acordo com o autor a interoperabilidade é mensurável através da sua potencialidade, compatibilidade e desempenho.

Em Ukoln (2005) e Miller (2000) a interoperabilidade é entendida como um processo contínuo focado em garantir que os sistemas, procedimentos e cultura de uma organização possam maximizar as oportunidades de intercâmbio e reutilização de informação (interna ou externa).

A potencialidade está vinculada aos potenciais parceiros, nesta fase as empresas devem avaliar as características comuns entre elas e os impactos que a interoperação pode causar. O objetivo aqui é de ampliar a

capacidade de interoperação e diminuir os riscos durante as parcerias. A avaliação da empresa ocorre de acordo com as três barreiras que impactam diretamente no desenvolvimento da interoperabilidade. A figura 4.1 ilustra a análise feita pela organização.

Figura 4.1 - Potencialidade Interoperável em nível de negócios

Potencialidade	Conceitual	Organizacional	Tecnológica
Negócios	Isolado, Inicial, Executável, Conectável e Interoperável.	Isolado, Inicial, Executável, Conectável e Interoperável.	Isolado, Inicial, Executável, Conectável e Interoperável.

Fonte: Traduzido de Chen et al (2008)

“Interoperabilidade é um fator fundamental para o sucesso de sistemas de registro eletrônico em saúde” (DOBREV, 2007, p.1). É dividida em quatro níveis, que quantidade de envolvimento humano, a sofisticação no uso de TIC e o nível de padronização (WALKER, 2005, p.11). A interoperabilidade nível 2 também é conhecida como básica, nível 3 como funcional e nível 4 como semântica (ISO, 2005; HIMSS, 2013):

Nível 1: Dados não eletrônicos, sem o uso de tecnologia da informação para compartilhar a informação. Exemplo: e-mail e telefone.

Nível 2: Dados transportados eletronicamente (transmissão de informação não padronizada) através de tecnologia da informação básica, informação no documento não pode ser manipulada eletronicamente. Exemplo: fax, documentos digitalizados, fotos, pdf).

Nível 3: Dados organizados eletronicamente (transmissão de mensagens estruturadas contendo dados não padronizados). Necessita de um tradutor entre os sistemas (provedor/receptor), geralmente resulta em traduções imperfeitas devido aos

diferentes níveis de detalhe incompatíveis (email de texto livre, mensagens HL7).

Nível 4: Dados interpretáveis eletronicamente (transmissão de mensagens estruturadas contendo dados padronizados e codificados). Estado ideal no qual todos os sistemas trocam informação usando os mesmos formatos e vocabulários. Exemplo: troca de informações automatizadas de resultados codificados de um instituição de saúde para outra, a troca automatizada de lista de problemas de uma paciente (WALKER, 2005, p.11).

4.3 BARREIRAS

Quando a empresa julga o sistema e determina que este seja isolado, não tem chance de interoperação. Já no inicial pode ocorrer interoperação, mas haverá um grande esforço dos parceiros podendo afetar de forma indireta a parceria. Quando a empresa julga executável a interoperabilidade é possível, mas há um grande risco de problemas futuros.

A Conectável mostra que há possibilidade de interoperação e que é fácil de aplicar e as chances são mínimas de ocorrer problemas futuros. Por fim, um sistema interoperável considera que houve uma evolução dos níveis de interoperabilidade e que os riscos são quase nulos.

Para alcançar a interoperabilidade com êxito, as organizações devem buscar resolver as questões tecnológicas de conexão de sistemas e aplicações, como também a conexão entre os processos de negócio de cada organização, o qual permite ou contingencia o estabelecimento das interações (CRAVE *et al.*, 2008).

Para Gotze et al (2009), as barreiras para interoperabilidade empresarial alcançam os aspectos: cultural, política, jurídica, técnica, financeira, semântica, gerencial, barreiras do conhecimento e de pessoal, etc.

No entanto, Brim (2005) e Carson (2009) apresentam algumas barreiras para o desenvolvimento da interoperabilidade, dentre elas as diferenças logísticas das organizações, e de semântica, onde cada setor chama o mesmo fenômeno de nomes diferentes, dificultando a comunicação.

Outra barreira é a falta de uma unidade de comando entre os setores da empresa, produzindo, assim, a ineficiência. Além disso, outra grande dificuldade está em fazer diferentes áreas logísticas trabalharem conjuntamente, onde faz necessário compartilhar cenários e experiências.

Com relação às barreiras apresentadas pelo sistema, Daclin (2006) ressalta os problemas conceituais, tecnológico e organizacional. A barreira conceitual diz respeito à semântica, onde é necessária a construção de elementos básicos padronizados para fluir a informação, diminuindo as diferenças sintáticas das informações a serem trocadas. De acordo com Buranarach (2005) a interoperabilidade semântica garante que os dados trocados sejam corretamente interpretados dentro do contexto de uma dada transação, cultura e terminologias adotadas por cada setor da empresa. Assim, a interoperabilidade semântica é a capacidade de dois ou mais sistemas heterogêneos trabalharem em conjunto, compartilhando as informações entre eles com entendimento comum de seu significado.

Os problemas de interoperabilidade de aplicativos corporativos podem ser definido de acordo com vários pontos de vista e perspectivas. Estes aspectos correspondem a estruturas de modelagem, empresariais e arquitetura, com, como ponto comum, uma implícita ou explícita perspectiva da evolução de acordo com uma escala linear, ou seja uma aplicação é interoperável com o outro e, assim, maior em um escala de valor, mais ela se relaciona com um alto nível de abstração de modelos e sua semântica (PANETTO,2008, p.643).

As dificuldades para o alcance da interoperabilidade são inúmeras. De um lado tem o aspecto da interoperabilidade técnica, ou seja, a transmissão de dados e integração de serviços, e de outro, o aspecto da interoperabilidade semântica, onde clientes e servidores devem ter um entendimento comum do significado dos dados e serviços (HEILER, 1995; BISHR, 1998; SÁNDOR,2002).

Após análise da potencialidade as organizações avaliam a compatibilidade da interação. Esta fase só pode ser mensurada quando os parceiros já se conhecem, ou seja, já tem alguma relação de parceria.

Uma maior compatibilidade significa que não há barreira para a interoperabilidade e a situação inversa demonstra que um sistema interoperável não seria eficiente nesta situação. A figura 4.2, permite uma melhor visualização desta etapa , onde demonstra as barreiras identificadas no momento que duas empresas desejam estabelecer interoperabilidade (CHEN *et al.*, 2008).

O símbolo “+++” demonstra que há uma grande barreira entre as duas empresas, “++” que há uma barreira mediana e “+” significa que há uma pequena barreira. Já “-“ significa que não há barreiras entre as organizações e que a interoperabilidade pode ser estabelecida.

Na compatibilidade conceitual as empresas analisam questões semânticas, enquanto que na tecnológica é avaliada a linguagem dos softwares e plataformas de TI. No âmbito organizacional são avaliadas as responsabilidades que será de cada um dos lados e se a estrutura organizacional é compatível.

Neste ponto que a Ciência da Informação pode contribuir. Algumas pesquisas nesta área focam na recuperação da informação e em Sistemas de Organização de Conhecimento (SOC, ou em inglês Knowledge Organization Systems - KOS). SOC's são instrumentos de representação semântica, gerados por meio de interpretações relevantes de um conhecimento ou domínio de informação formalizados em sistemas de informação e documentos, visam o tratamento e a recuperação da informação. Estes instrumentos podem contribuir na desambiguação de vocabulário e das estruturas necessárias para se garantir a semântica e compreensão dos termos, podendo assim ser aplicado para solucionar problemas relacionados a interoperabilidade semântica (SOUZA; TUDHOPE; ALMEIDA; 2012)

Figura 4.2 - Matriz de compatibilidade da interoperabilidade

Empresa A 				Empresa B 
	Conceitual	Tecnológica	Organizacional	
Negócios	+++	++	-	Negócios
Processo	-	++	+++	Processo
Serviço	+++	++	-	Serviço
Dados	+	+++	+	Dados

Fonte: Traduzido de Chen *et al* (2008)

4.4 ASPECTOS ONTOLÓGICOS

As Ontologias são um tipo de sistema de organização do conhecimento que possibilita representação do conhecimento. Trata-se de assunto interdisciplinar que tem sido objeto de estudo em diferentes

campos de pesquisa, sempre aplicadas a representar domínios ainda mais diversos e abrangentes como medicina, biologia, engenharia, geografia e direito (ALMEIDA; 2013).

Pode-se citar as ontologias e os benefícios que as mesmas trazem na organização e compartilhamento de informações, no entanto a falta de comunicação entre elas dificulta a reutilização de informações, pois de forma geral, as ontologias têm como objetivo promover um entendimento comum e compartilhado sobre um domínio, que pode ser comunicado entre pessoas e sistemas (BISHR, 1998).

Contudo, para que possam atuar conjuntamente, permutando automaticamente as informações representadas em ontologias, são necessários mecanismos que garantam a sua interoperabilidade. Dentre os mecanismos, que podem ser usados para propiciar a compatibilidade de ontologias, destacam-se: combinação, integração, alinhamento e mapeamento de ontologias ((NOY *et al.*, 2003; YE *et al.*, 2008; RAYYAAN *et al.*, 2014).

As ontologias são instrumentos capazes a especificar explicitamente a semântica de termos pertencentes a diferentes domínios, com vistas à solucionar problemas de interoperabilidade no que tange a heterogeneidade semântica. Por isso, corroboram na troca de informação entre sistemas, e até mesmo entre pessoas (JASPER; USCHOLD; 1999). O grau de formalidade em que a ontologia é construída impacta sua capacidade resolutive de problemas de comunicação, ou seja, promover a interoperabilidade.

4.5 MODELOS DE MEDIÇÃO

Em diversos trabalhos de pesquisa, uma das categorias encontradas, para o estudo da interoperabilidade, é os padrões/modelos de interoperabilidade (*interoperability frameworks*). Tais modelos tem o objetivo de classificar os problemas e buscar soluções para a interoperabilidade (CAMARA *et al*, 2014).

O European Interoperability Framework (EIF) identifica três níveis de interoperabilidade: semântica, organizacional e técnica. O ATHENA interoperability framework (AIF) é estruturada para atender os problemas e soluções pertinentes observando os seguintes níveis: conceitual, técnico e aplicações (BERRE *et al*,2009).

O INTEROP framework (CHEN *et al*, 2008) propõe três dimensões que caracterizam a interoperabilidade, a saber: barreiras, padrões (dados, serviços, processos e negócios) e abordagens.

Os modelos de medição de interoperabilidade podem ser classificados em modelos qualitativos e quantitativos. Os modelos qualitativos são designados para determinar nível maturidade (FORD *et al*, 2007), também chamado nível de interoperabilidade (PANETTO, 2007), para especificar o tipo de interoperabilidade.

Cada nível de maturidade do modelo qualitativo equivale ao grau de sofisticação da interoperabilidade (TOLK e MUGUIRA, 2003; CAMPOS, 2013). Modelo dos níveis conceituais de interoperabilidade (LCIM), o modelo sistema de interoperabilidade (SoSI) e o modelo de interoperabilidade organizacional (OIAM) (KINGSTON *et al*, 2005) são exemplos de modelos qualitativos.

O modelo de medição do impacto da interoperabilidade (IIAM) de Legner e Lebreton (2007) objetiva determinar o impacto dos investimentos em interoperabilidade na cadeia de suprimentos. O IIAM tem três níveis: investimentos em interoperabilidade, nível de impacto operacional da interoperabilidade e nível de impacto estratégico.

Contudo a limitação dos modelos qualitativos, em relação aos modelos quantitativos, é a baixa precisão da medição da interoperabilidade.

O método LCIM foi proposto com o objetivo de resolver os problemas de interoperabilidade conceitual, proposto por Tolk e Muguira (2003), onde estes autores dividiram a interoperabilidade conceitual em 7 níveis com vistas à avaliação dos principais problemas conceituais.

O modelo LISI é importante na avaliação do desempenho da interoperabilidade. Sua versão final foi proposta pelo DOD (unidade de defesa dos EUA) em 1998, (SÁNDOR, 2002). O objetivo da LISI foi estabelecer a maturidade dos sistemas utilizados pelas diferentes unidades militares dos EUA.

Para Chalmeta *et al* (2011) o LISI fornece os níveis dos processos necessários para identificar as necessidades de interoperação, para que os sistemas de informações possam dar suporte a essas necessidades. Os 5 níveis são: isolado, conectado, domínio e de empresa; e eles atuam em 4 áreas de interesse, sendo eles: dados, serviços, processos e negócios,

O método OIM está alinhado ao modelo LISI e foi criado inicialmente para avaliar a interoperabilidade organizacional. O método OAM foi desenvolvido por Clark e Jones (1999) e propôs uma junção das forças na área de comando e controle das organizações.

Os modelos quantitativos possibilitam uma medição, numericamente mais precisa, ainda que com um número excessivo de critérios, das características da interoperabilidade (CAMARA *et al*,

2014). Em alguns desses modelos (KASUNIC e ANDERSON, 2004; BLANC;DUCQ;VALLESPER, 2006; DUCQ e CHEN, 2008).

A exemplo de Ducq e Chen (2008) definiram os seguintes custos: custo de interoperação, custo de intercâmbio de informações e custo necessário para troca de informações. Eles também definiram que a qualidade da interoperação é avaliada por três dimensões: qualidade de troca, qualidade de uso e qualidade de conformidade.

Para avaliar o desempenho operacional da interoperabilidade devem-se utilizar critérios de custos, tempo e qualidade, onde cada critério é avaliado individualmente (CHEN *et al*, 2008 b). Estes critérios geram um coeficiente global, que varia de baixa interoperabilidade para alto grau de interoperação.

Quadro 4.2 - Quadro sinótico dos modelos de mensuração de interoperabilidade

Autores	Mensuração	Abordagem	Nível	Tipos de uso
European Interoperability Framework (EIF) (IDABC (2004), Vernadat (2010)	Identifica três níveis de interoperabilidade: semântica, organizacional e técnica	Qualitativa	ES	IA
ATHENA Interoperability Framework (AIF) - Berre et al. (2009)	Demonstra problemas e soluções de interoperabilidade, a partir de três níveis: conceitual, técnico e aplicação	Qualitativa	ES TC OP	CE
INTEROP framework Chen <i>et al</i> (2008)	Propõe três dimensões para caracterizar a interoperabilidade: barreiras, padrões e processos	Qualitativa	ES TC OP	CM CB

Autores	Mensuração	Abordagem	Nível	Tipos de uso
Ford <i>et al.</i> (2007), Panetto (2007)	Especifica o grau de interoperabilidade através da medição da maturidade	Qualitativa	TC OP	CE IA
Tolk e Muguira (2003) Legner e Wende (2006)	Nível conceitual de interoperabilidade (LCIM)	Qualitativa	ES	IA
Mallek, Daclin e Chapurlat (2012)	Propõe a utilização de técnicas de verificação formal para detectar diferentes tipos de problemas de interoperabilidade.	Quantitativa	OP	CM IA
Ducq e Chen (2008)	Visão do custo: de interoperação, de troca de informações e para viabilizar a troca de informações	Quantitativa	OP	CM CB
Interoperability impact assessment model (IIAM) de Lebreton e Legner (2007)	Determina o impacto dos investimentos em interoperabilidade na SCM	Quantitativa	ES TC OP	CB
Camara et al (2014)	Medida de interoperabilidade através do custo, qualidade e tempo	Quantitativa	ES	IA
Chen, Vallespir e Daclin (2008)	Indicadores são medidos mediante o intercâmbio de informações, tais como transferências	Qualitativa	TC OP	CE CB IA

Autores	Mensuração	Abordagem	Nível	Tipos de uso
	ou ligações de informação			
Ducq, Chen e Vallespir (2004)	Interoperação de processos de negócios, modelos de decisão voltada para aplicações corporativas	Qualitativa	ES	CB
Ma (2009)	Apresenta um quadro de investigação explorando os mecanismos fundamentais da interoperabilidade - a nível semântico – foco em eng. sistemas	Qualitativa	TC OP	CM CE
Zutshi <i>et al</i> (2012)	Modelo de medição de interoperabilidade do negócio com uma visão holística	Qualitativa	ES	CB

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.6 INTEROPERABILIDADE LOGÍSTICA

A partir deste levantamento, foi desenvolvida uma classificação, proposta por Tezza (2010) baseada nos critérios que apresentam maior diferenciação, quanto à utilização da interoperabilidade.

Os critérios utilizados para a classificação de literatura foram: abrangência, nível organizacional, tipo de uso. A abrangência está relacionada com que estágio da cadeia produtiva o estudo está vinculado, ainda que a interoperabilidade tenha surgido dentro das empresas, ela passou a ser adotada em diversas áreas, e sobretudo indiretamente na logística (BECKSTEAD,1994; BRUZZONE *et al*, 2005; PARK *et al*, 2006; FENIES *et al*, 2006; DE LA FUENTE *et al*, 2008). Esta categoria

está dividida em: corporativa, transporte, armazém, distribuição, sistemas e simulação, os quais são resultantes de uma análise preliminar do portfólio.

O nível organizacional está relacionado com a escala organizacional dividida em: estratégico, tático e operacional, tendo como base o trabalho de Moon *et al* (2008) que trata os níveis organizacionais e a importância da interoperabilidade na capilaridade da estratégia, no aumento da colaboração de operações e simultaneidade de ação.

A categoria tipo de uso contempla a característica básica da interoperabilidade na organização, na sua utilização direta dividindo-se em: compartilhamento, compatibilidade, interação e colaboração. Tal divisão está em consonância com as ocorrências, da classificação do portfólio, a exemplo dos aspectos de compartilhamento de dados de informações (SKINNER, 2006; WANG, 2009; LIN, 2012), como também a compatibilidade operacional e informacional (YE *et al*, 2008; KAWTRAKUL *et al*, 2011; JOHNSON *et al*, 2011). Em (CAVALIERI *et al*, 2000; SINEX *et al*, 2001; BRUZZONE *et al*, 2005; FENIES *et al*, 2006; LIAO *et al*, 2006; LAI *et al*, 2009; GOTTSCHALK, 2009; BEHESHTI *et al*, 2010; ZACHAREWICZ *et al*, 2011; MAURO *et al*, 2011) tratam a interoperabilidade na interação, de processos e sistemas, em modelos físicos ou virtuais de apoio à decisão. A sub-categoria colaboração (CB) pode ser vista em (MA, 2009; CHEN *et al*, 2010; MALHENE *et al*, 2012) no instante em que os modelos de negócios, redes de informações, sistemas (físicos e virtuais), projetos de produtos e serviços de diversas entidades (governos, forças armadas, empresas) que relacionam-se de forma colaborativa, inclusive influenciando no ciclo de vida do produto (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 - Codificação das aplicações de uso da interoperabilidade

Categoria	Sub-categoria	Codificação
Abrangência empresarial	Corporativo	CO
	Produção	PR
	Transporte	TR
	Armazenagem	AZ
	Distribuição	DT
	Sistemas	SI
	Simulação	SM
	Cadeia de Suprimentos	SCM
Nível organizacional	Estratégico	ES

Categoria	Sub-categoria	Codificação
Tipo de uso	Tático	TC
	Operacional	OP
	Compartilhamento	CM
	Compatibilidade	CE
	Interação	IA
	Colaboração	CB

Fonte: Adaptado de Tezza (2010)

A partir da classificação proposta para a análise de conteúdo, com base no portfólio de artigos, foi elaborado, em ordem cronológica o Quadro 4.4.

Quadro 4.4 - Classificação do portfólio pelos critérios propostos

Autor	Ano	Critério de classificação		
		Abrangência empresarial	Nível	Tipo de uso
Beckstead	1994	CO	ES	CE
Manola	1995	SI	ES,TC	CM,IA
Bishr	1998	SI	OP	CM
Sarjoughian e Zeigler	1999	SI	OP	CB
Cavalieri et al Sinex et al	2000	TR SI	TC OP	IA IA
Lenderman et al Scholz-reiter e Hohns	2003	SM, SCM SI	ES TC,OP	CM IA
Buranarach Ducq, Chen e Valespir	2004	SI CO,SI SI	ES OP OP	CM IA,CB CM
Bruzzone Han et al Helo e Szekely Talevski,Chang e Vallespir	2005	SM PR SI,SCM SI,TR,AZ	TC ES ES,TC OP	IA CE CM,CB CM

Autor	Ano	Critério de classificação		
		Abrangência empresarial	Nível	Tipo de uso
Liao e Zhu Park et al Fried Skinner Daclin, Chen e Vallespir Brambert Fenies,Gourgand e Rodier Liao,Zhu e Qiu	2006	SI SI,SCM TR SI CO SI,SCM SM,SCM CO	OP OP ES,TC OP ES OP TC,OP ES	CM,CB CM CM,CB,IA CM CE CB IA CE,IA
Levjakangas, Haajanen et al	2007	TR, SI	TC,OP	CE,CB
Rogers De la fuente, Ros e Cardós Moon, Fewell e Reynolds Ye et al Chituc Panetto	2008	SI,PR SI,SCM CO,SM SM.SCM SI SI,PR	ES TC ES ES OP OP	CM,CE,IA,CB CM CB CM CB CM
Lai, Xu e Liu Carson Gottschalk Briggs et al Wang e Wang Inkinen, Tapaninen e Pulli Ma et al	2009	SM,AZ CO CO,SI PR,SM SCM,SI CO,SCM,SI SM	TC ES TC,OP ES TC,OP ES TC	IA CM,CB IA CE CM CM,CE CE
Weichart, Feiner e Stary Pan, Zheng e Yan Chen, Yeh e Chen Beheshi, Dado e Van...	2010	SI,SCM SI,SCM TR,SCM,SI SI SI,SCM SI	ES OP OP ES TC ES	CB CM CM,CB IA CM CE

Autor	Ano	Critério de classificação		
		Abrangência empresarial	Nível	Tipo de uso
Smirnov et al Smirnov e Shilov				
Kawtrakul et al Khalifa, El Kamel e Yim Paviot, Cheutet e Lamouri Scherer a Schapke Zacharewicz, Deschamps.. Mauro, Leimeister e Kremer Johnson et al Buyukoskan Lier e Hardjono	2011	CO,SI TR,SM PR CO,SI DT,SI SI CO,SI CO,TR,SM SI	ES OP TC ES OP OP ES ES TC,OP	CE,IA CE CM,CE,CB IA CE,IA IA CM IA CM
Azevedo e Carvalho Schik e Seemann Malhene Anand, Mengchang... Blattert Verdecho Lin et al	2012	SI,SCM SI, TR DT TR,DT,SM SI,PR,SCM CO SI	OP ES OP ES TC,OP ES OP	CE CM,IA CB CM CE CB CM.CE

Fonte: Elaborado pelos autor com base no modelo adaptado de Tezza (2010)

A partir da classificação podemos identificar as ocorrências, ao longo do tempo, da interoperabilidade, na qual os valores lançados na categoria “Abrangência empresarial”, principalmente: CO-Corporativo, SI-Sistemas, SCM-Cadeia de Suprimentos, SM-Simulação, foram considerados para o desenvolvimento do conceito de IOL., já que apresentavam uma lógica associativa com o enfoque pesquisado.

Com a análise do portfólio pode-se perceber a lacunas conceituais no campo logístico, com aplicação direta do conceito da

interoperabilidade na logística. A importância da construção do conceito de IOL tange-se, portanto, a própria evolução da logística.

Na literatura pesquisada podemos visualizar aspectos inerentes à logística, contudo de forma indireta, a exemplo de sistemas de informação que dão suporte à operação, ao transporte e à cadeia de suprimentos (HELO e SZEKELY, 2005; FENIES *et al*, 2006; WANG, 2009; WEICHHART *et al*, 2010; PAN *et al*, 2010; AZEVEDO e CARVALHO, 2012).

A mudança do ambiente empresarial trouxe a heterogeneidade do mercado, além do crescimento latente da concorrência que são vetores de adaptação das organizações, como visto em (CHRISTOPHER, 2016), as quais buscam a redução de custos, melhoria nos fluxos informacionais e sobretudo na otimização do uso de seus ativos.

A categoria "tipo de uso" mostra uma relação com a evolução do conceito de logística, ou seja com a mudança do foco, e por conseguinte a mudança do aspecto de compartilhamento (CM) e compatibilidade (CE) para colaborativo (CB). Em Park *et al* (2006), De la Fuente *et al* (2008) e Ye *et al* (2008) abordam a questão da interoperabilidade como modelo semântico dos sistemas de manufatura e SCM compartilhando dados e informações, e de outro lado os modelos de simulação (HELO e SZEKELY, 2005; BRAMBERT, 2006; PAN *et al*, 2010) que propiciam aspectos colaborativos nos serviços ao cliente final.

Neste caminho, visualiza-se no enfoque logístico a questão da compatibilidade, principalmente de ativos e operações, como ocorre no transporte. Neste contexto é fundamental a troca de informações – ainda que exista a heterogeneidade (CAVALIERI *et al*, 2000; FRIED, 2006; LEVIJAKANGAS *et al*, 2007; CHEN *et al*, 2010; KHALIFA *et al*, 2011; ANAND *et al*, 2012).

Em Buyukozkan (2011), a finalidade profícua de um sistema logístico interoperável é de compartilhar forças entre empresas e/ou unidades sem perder a independência. Diferente quando da abordagem em sistemas integrados, a interoperabilidade logística permite que sistemas interajam, troquem serviços, mas mantenham sua lógica de operação, suas características originárias.

A interoperabilidade logística poderia estar contida na diminuição do trabalho operacional, melhorando a eficácia e capacidade de atendimento, redução dos custos logísticos, melhoria da gestão de dados, garantindo o equilíbrio entre o fluxo físico e o fluxo de informação, resultando uma maior eficiência para todo o sistema (PANETTO e MOLINA, 2009).

De acordo com Carson (2009), a interoperabilidade no campo logístico para atingir seu nível máximo deve atuar em quatro áreas chaves, a saber: comando e controle, gestão da informação, sistema de transporte e equipamentos, e serviços de apoio logístico.

Um sistema interoperável pode gerar maior eficiência logística, já que proporciona uma estrutura centralizada de comando, reduzindo os custos logísticos com operações desnecessárias inclusive em soluções multimodais (BRIM, 2005; FRIED, 2006; LEVIKANGAS, 2007; SCHILK e SEEMAN, 2012).

Em outros trabalhos (VERDECHO *et al*, 2006, CHEN *et al*, 2010; TALEVSKI *et al*, 2005; BEHESHTI *et al*, 2010) trazem a ideia da interoperabilidade organizacional na gestão do transporte por meio de aspectos colaborativos, inclusive contemplando aspectos semânticos entre stakeholders que poderiam melhorar a logística.

A IOL, portanto, está na possibilidade de semântica das organizações, em todos os seus níveis organizacionais, relativamente seus fluxos de informações, de ativos e da gestão logística, de atuarem em conjunto mantendo-se suas características iniciais.

Com a utilização do conceito de IOL, com aplicação direta na logística, visualiza-se uma nova realidade na relação entre fornecedor e transportador, transportador e cliente, já que teríamos uma base de TI (sistemas de suporte à decisão, ERP, simuladores) atuando no suporte, combinado com o viés corporativo (ES,TC e OP) entre os participantes.

A partir do Portfólio foi desenvolvida uma classificação, para identificar os artigos que tratassem da interoperabilidade na logística, demonstrada no quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Classificação da Interoperabilidade por aplicação

Autor	Ano	Classificação pela aplicação da IO		
		Informática	Empresarial	Logística
Beckstead	1994		x	
Manola	1995	x		
Bishr	1998	x		
Sarjoughian e Zeigler	1999	x		
Cavaliere et al ; Sinex et al	2000 2001		x x	
Lendermann et al Scholz-reiter e	2003	x	x	

Autor	Ano	Classificação pela aplicação da IO		
		Informática	Empresarial	Logística
Hohns				
Buranarach Ducq, Chen e Vallespir	2004	x x x		
Bruzzoze Han et al Helo e Szekely Talevski, Chang e Vallespir	2005	x x	x x	
Liao e Zhu Park et al Fried Skinner Daclin, Chen e Vallespir Brambert Fenies, Gourgand e Rodier Liao, Zhu e Qiu	2006	x x x x	x x x	
Levjakangas, Haajanen et al	2007		x	
Rogers De la fuente, Ros e Cardós Moon, Fewell e Reynolds Ye et al Chituc Panetto	2008	x x x	 x x x	
Lai, Xu e Liu Carson Gottschalk Briggs et al Wang e Wang Inkinen, Tapaninen e Pulli	2009	x x x	 x x	 x

Autor	Ano	Classificação pela aplicação da IO		
		Informática	Empresarial	Logística
Ma et al				
Weichart, Feiner e Stary	2010	x	x	
Pan, Zheng e Yan			x	
Chen, Yeh e Chen		x		
Beheshi, Dado e Van...		x		
Smirnov et al		x		
Smirnov e Shilov				
Kawtrakul et al	2011	x		
Khalifa, El Kamel e Yim		x		
Paviot, Cheutet e Lamouri		x		
Scherer a Schapke			x	
Zacharewicz, Deschamps..		x		
Mauro, Leimeister e Kremer				x
Johnson et al				
Buyukoskan				
Lier e Hardjono				
Azevedo e Carvalho	2012		x	
Schik e Seemann			x	
Malhene			x	x
Anand,			x	
Mengchang...		x		
Blattert		x		
Verdecho				
Lin et al				

Fonte: elaborado pelos autores

Apesar de existirem algumas pesquisas tratando da interoperabilidade na logística, há pesquisas que focaram a

inteoperabilidade em alguns aspectos específicos da logística, como o transporte, a armazenagem e a distribuição, além do gerenciamento da cadeia de suprimentos.

No campo da produção, importante interface da logística, apenas a partir de 2005 encontram-se obras relacionadas com interoperabilidade, tratando da: simulação de plataformas (HAN *et al*, 2005) ou em sistemas orientados para encomendas (ROGERS, 2008), ou em sistemas de manufatura e em estaleiros (PANETTO, 2008 ; BRIGGS *et al*, 2009).

A percepção obtida na literatura, combinada com a classificação dos trabalhos, é do uso da interoperabilidade de forma indireta à logística, como suporte de atuação, demonstrando a lacuna conceitual existente, a exemplo dos estudos de Lendermann *et al* (2003), Helo e Szekely (2005), De la fuente (2008), Weichhart, Feiner e Stary (2010) e Blattert (2012).

A partir da literatura, observa-se uma aproximação da interoperabilidade com a logística no que se refere às relações constituídas em algumas atividades, como armazenagem e transporte, por exemplo. Entretanto, ainda não há uma definição que permita um olhar abrangente sobre a IOL. Considerando-se tal lacuna, propõe-se a seguinte definição :A interoperabilidade logística refere-se à capacidade que a logística de uma organização tem de compartilhar, interagir, colaborar e tornar sua estrutura compatível com outras funções empresariais e, principalmente, com clientes e fornecedores, sem perder a independência de decisão e ação.

A logística pela sua própria definição possui uma característica interoperável, já que por meio da integração, permite essa interação, colaboração e compartilhamento entre os diferentes elementos da organização.

A IOL manifesta-se em vários momentos dentro dos sistemas logísticos, Por isso resulta necessário desmembrar o conceito geral de IOL definido anteriormente. Uma forma seria em função do fluxo material, essência da logística, o que permite identificar a IOL em cada um dos subsistemas logísticos principais, a saber: Logística de Suprimentos, Logística Interna e Distribuição Física de Produtos.

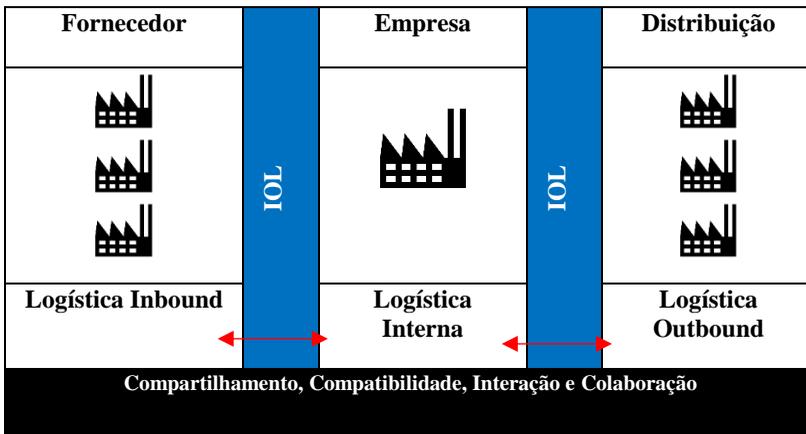
Na Logística de Suprimentos a IOL manifesta-se como a necessária interoperação entre o fornecedor e a empresa cliente (as quantidades e o momento em que serão fornecidas); entre o fornecedor e o transportador (quantidades a ser embarcadas e mix de produtos, em correspondência com o tipo de veículo e a sua capacidade); entre o transportador e o armazém de matérias-primas (quantidades, o momento, a frequência das entregas etc.)

Na Logística Interna a IOL manifesta-se como a necessária interoperação entre o armazém de matérias-primas e as linhas de produção (abastecimento de linhas, a sua frequência, quantidades e tempos); entre os diferentes setores de produção que possuem sequência tecnológica (capacidades produtivas e sincronização das atividades); e entre as linhas/setores de produção e armazém de produtos acabados (quantidades que se entregam no armazém e mix destes produtos, em correspondência com as capacidades do armazém, o giro dos seus produtos etc.).

Na Distribuição Física de Produtos, a IOL manifesta-se de forma ainda mais expressiva para uma grande quantidade de empresas, na necessária interoperação entre algumas áreas do armazém de produtos acabados (entre a área de armazenamento propriamente dita, e as áreas de picking ou de separação de pedidos; entre estas áreas e as docas de expedição etc.); entre as docas de expedição e os veículos de transporte (capacidade destes e capacidades das docas de expedição, documentação com as informações necessárias para a entrega dos produtos); entre o transporte e os Centros de Distribuição se existem (capacidade do transporte, tempo de entrega, capacidade dos armazéns ou Centros de Distribuição), e de igual forma, com os armazéns dos clientes para os quais vão destinados os produtos acabados.

Na figura 4.3 é ilustrada a manifestação da IOL. A partir dela é possível observar também os constructos desse conceito (compartilhar, interagir, colaborar e compatibilizar).

Figura 4.3 - Visão da Interoperabilidade na logística



Fonte: elaborado pelo autor

Outra forma de desmembrar o conceito de IOL proposto neste trabalho seria em função dos parâmetros principais associados a um fluxo material: espaço e tempo. Desta maneira, poder-se-ia identificar uma IOL espacial (a interoperação nos lugares, de coleta da matéria-prima e de entrega da mesma; dos locais específicos de entrega de componentes e peças nas linhas de produção e nos armazéns; de entrega dos produtos acabados aos clientes e de rotas espaciais dos veículos etc.) e uma IOL temporal (a interoperação no tempo entre a solicitação de uma ordem de compra de matérias primas e a sua chegada na empresa, entre o momento de chegada do veículo de carga e o momento de conclusão da preparação dos pedidos etc.).

4.7 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo demonstrou os principais aspectos da interoperabilidade, com suas aplicações, barreiras de implementação, aspectos ontológicos e modelos de medição.

Destarte, o conceito de interoperabilidade logística (IOL) , foi explorado com base no portfólio, a partir da categorização das aplicações da interoperabilidade permitindo uma primeira visão da abrangência das variáveis observáveis, no âmbito do conceito de IOL.

O presente capítulo apresenta a definição alcançada por este trabalho de Interoperabilidade Logística: A capacidade que a logística de uma organização tem de compartilhar, interagir, colaborar e tornar sua estrutura compatível com outras funções empresariais e, principalmente, com clientes e fornecedores, sem perder a independência de decisão e ação.

5 EQUAÇÕES ESTRUTURAIS

5.1 CONCEITOS GERAIS

Os modelos SEM estão distribuídos por dois sub-modelos, o de mensuração e o estrutural. No presente capítulo será abordado os diferentes modelos, sua operação e características, segundo as regras de correspondência propostas para sua construção (DUNCAN, 2014; BYRNE,2016). Uma vez abordado o modelo de medida, é feita a exposição dos métodos de estimação para modelos SEM, dando ênfase em PLS (HAIR JR, *et al.*,2016), por ser o método que vai ser usado neste trabalho. Os objetivos e as características dos enfoques de covariâncias e variâncias, além das recomendações sobre o seu uso, constituem o elemento central do capítulo.

5.1.1 Indicadores do Modelo de Mensuração

Nos últimos 20 anos, o uso de metodologias que avaliam variáveis não observáveis a partir de variáveis observadas, tem crescido substancialmente. As áreas em que se utilizam esta técnica são: psicologia, sociologia, economia, marketing, entre outras. Embora trate-se, em todos os casos de variáveis não observáveis, as latentes que são avaliadas a partir de indicadores das variáveis observáveis, a direção das relações causais entre variáveis latentes e manifestas difere segundo o conceito abordado. Daí a importância de ressaltar que existem diferentes modelos de mensuração, e que sua operação obedece a um enfoque teórico particular (KLINE,2015).

Nem todas as variáveis latentes têm a mesma natureza, segundo (Bagozzi e Yi,1988): a) as variáveis que são não observáveis em princípio ; b) variáveis que são não observáveis em princípio, mas implicam conceitos empíricos o podem ser inferidos a partir da observação; e c) variáveis não observáveis que são definidas em termos de observáveis (Haenlein e Kaplan,2004). As direções das relações estabelecidas entre uma variável latente e seus indicadores, determinam o tipo de variável latente. Estas relações se denominam relações epistemológicas (FORNELL, LORANGE *et al.*,1990; O'ROURKE e HATCHER, 2013; HAIR JR, SARSTEDT *et al.*,2017).

Estas regras de correspondência implicam o uso de indicadores que se classificam, segundo a direcionalidade, em reflexivos e formativos. Nesta seção serão demonstradas, brevemente, as características dos dois tipos de indicadores: a) indicadores reflexivos, que dependem da variável

latente e b) indicadores formativos, que causam a variável latente. Neste este trabalho se centrará no uso de indicadores reflexivos.

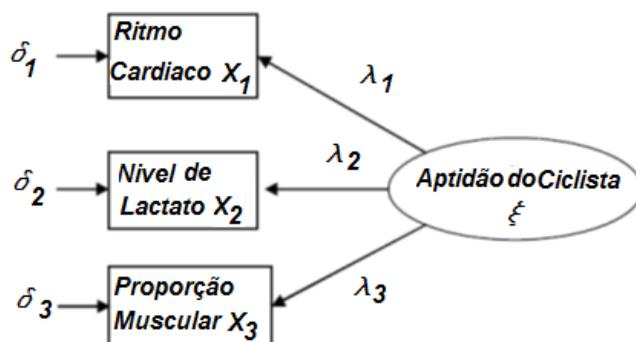
5.1.1.1 Indicador Reflexivo

A regra de correspondência para o indicador reflexivo é do constructo ou variável latente ao indicador, e indica que a variável latente é *causa* dos indicadores. De maneira que as mudanças na variável latente, se espera que sejam refletidas em todos os indicadores (CASTAÑO-MARTÍNEZ, MÉNDEZ-PICAZO *et al.*,2015).

Este tipo de indicador deverá ser usado quando a variável não observada gera algo que é observado, tal como a personalidade ou atitude, por exemplo (ALDÁS-MANZANO, 2014; SANCHEZ, CRUZ *et al.*,2014).

No exemplo, a seguir, (HENSELER,2014), a variável não observável atitude ciclista, causa as variáveis observadas X_1, X_2, X_3 . Um incremento na variável latente ξ ou nas variáveis manifestas, devido as variáveis manifestas refletirem a variação da variável latente.

Figura 5.1 - Indicador reflexivo de medida.



Fonte: Adaptado de (HENSELER,2014).

O modelo de mensuração com indicador reflexivo é coerente com a Análise Fatorial Confirmatório (AFC), onde λ_i representaria o efeito esperado de ξ sobre X_i e δ_i é a medida do erro para cada indicador $i = 1,2,3$. Assume-se que $Cov(\xi, \delta) = 0$ ou $Cov(\delta_i, \delta_j) = 0$ para $i \neq j$;

$E(\delta_i) = 0$ e $Cov(X_i, X_j) \geq 0$ para $i \neq j$ (BOLLEN e LONG, 1993; KLINE, 2015).

Os erros dos indicadores reflexivos podem ou não ficarem correlacionados (HANCOCK e MUELLER, 2013).

Devido os indicadores serem causados pela mesma variável, espera-se que exista uma alta correlação entre eles. As altas cargas fatoriais indicam boa representatividade da variável latente. Outra característica dos indicadores reflexivos é que são intercambiáveis, e se elimina um item, a natureza do constructo não muda. A variância do constructo, como no caso da Análise Fatorial, é igual a comunalidade dos indicadores.

Os indicadores reflexivos podem ser expressos como uma função da variável latente associada, matematicamente:

$$\begin{aligned} X_1 &= \lambda_{x_1} \xi + \delta_1 \\ X_2 &= \lambda_{x_2} \xi + \delta_2 \\ X_3 &= \lambda_{x_3} \xi + \delta_3 \end{aligned}$$

Cada indicador, então, pode definir-se como uma função linear da variável latente mais um termo de erro. A existência de correlações elevadas entre os indicadores aumenta a consistência interna do constructo e as análises de dimensionalidade, confiabilidade e validade, o confirmam. Este tipo de modelo é mais comum na representação do Modelo de Equações Estruturais (TEMME, KREIS *et al.*, 2006).

Os indicadores reflexivos são típicos nas provas de teorias clássicas e nos modelos de análises fatorial, são invocados num intento de explicar as variâncias ou covariâncias (HENSELER, RINGLE *et al.*, 2015; SINKOVICS *et al.*, 2016). Se o objetivo do estudo é observar a variância observada, é mais recomendável este tipo de indicador.

5.1.1.2 Indicador Formativo

A regra de correspondência, para o indicador formativo, é das variáveis observáveis, para a variável latente. Aqui as variáveis observadas explicam a variável latente, ou seja, o constructo é formado e causado pelos indicadores (BROWN, 2014; RIGDON *et al.*, 2014).

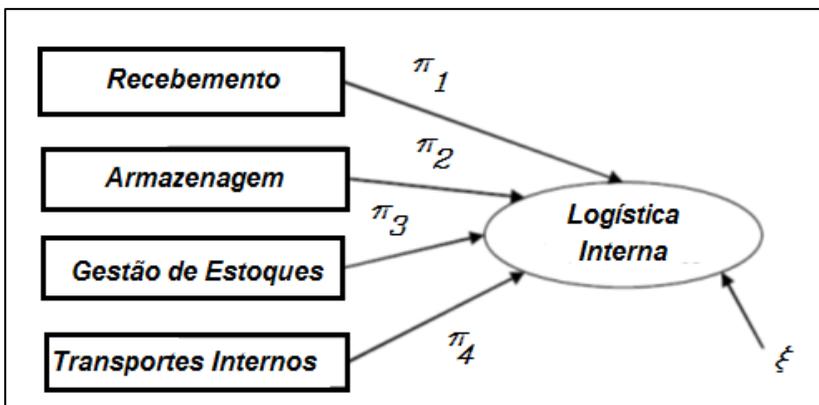
Por isso, o constructo, em essência, se expressa como um índice aditivo; o constructo definido está completamente determinado por uma combinação linear dos seus indicadores. (LIN, CHOW *et al.*, 2005). Alguns exemplos de indicadores formativos são: mudança populacional, mistura de marketing, nível socioeconómico e estresse.

Embora este tipo de indicador seja menos visto nos Modelos de Equações Estruturais, o seu uso deve ser avaliado pela teoria que fundamenta o fenômeno a ser pesquisado.

Para os modelos de avaliação da satisfação os modelos de medida utilizam, às vezes, índices reflexivos, salvo no caso do Índice de Hong Kong (HKCSI), que incorpora indicadores formativos no modelo.

A incorporação de múltiplos indicadores conduz a um modelo de mensuração onde a variável latente é a função dos seus indicadores. A seguinte Figura 5.2 ilustra um modelo de mensuração com indicadores formativos.

Figura 5.2 - Indicador Formativo de medida.



Fonte: Autor

O diagrama mostra que a logística interna está determinada pelas variáveis independentes: recebimento, armazenagem, gestão de estoques e transportes internos. A omissão de alguma das variáveis implica omitir parte da variável latente e afetar o significado do constructo.

Uma mudança da variável agregada não significa obrigatoriamente uma mudança em cada um dos indicadores; embora, uma mudança nos indicadores formativos levará a uma mudança na variável agregada (KLINE, 2015). Esta é uma das diferenças entre indicadores formativos e reflexivos. Diamantopoulos mostra dois modelos matemáticos para estabelecer a regra de correspondência entre as variáveis (DIAMANTOPOULOS, RIEFLER *et al.*, 2008; TEMME, DIAMANTOPOULOS *et al.*, 2014). O primeiro modelo é:

$$\eta = \pi_{x_1}x_1 + \pi_{x_2}x_2 + \pi_{x_3}x_3 + \pi_{x_4}x_4 \quad (5.1)$$

Onde π_i é o parâmetro que reflete a contribuição de x_i à variável latente. Esta expressão é consistente com o modelo de componentes principais. O segundo modelo se diferencia do anterior pela presença do termo erro.

$$\eta = \pi_{x_1}x_1 + \pi_{x_2}x_2 + \pi_{x_3}x_3 + \pi_{x_4}x_4 + \zeta \quad (5.2)$$

Abaixo são elencadas outras características dos indicadores formativos:

- O incremento de uma das variáveis observáveis conduz a um incremento na variável latente.
- Entre os indicadores de uma mesma variável as correlações podem ser positivas, negativas ou iguais a zero. Pelo que uma mudança num indicador não significa necessariamente uma mudança similar em outro (HAENLEIN e KAPLAN,2004).
- A correlação entre indicadores não está explicada pelo modelo de mensuração, são determinados exógenamente (DIAMANTOPOULOS; RIEFLER *et al.*,2008).
- As análises de validade e confiabilidade não tem tanta importância; face ao poder preditivo (MANGIN, ÁLVAREZ *et al.*,2006).
- São usados para minimizar os residuais na relação estrutural. Se o objetivo do estudo é explicar a variância do abstrato ou o inobservável, este tipo de indicador proporciona maior poder (FORNELL e LARCKER,1981).
- A correlação entre o termo erro e as variáveis observadas é zero $Cov(X_i, \zeta) = 0$; Além disso $E(\zeta) = 0$.
- Os modelos de medida com indicadores formativos não são estatisticamente identificados, portanto a necessidade de fixar parâmetros para lograr a identificação do modelo. O anterior sugere sua inclusão em modelos complexos, com implicações das variáveis latentes.

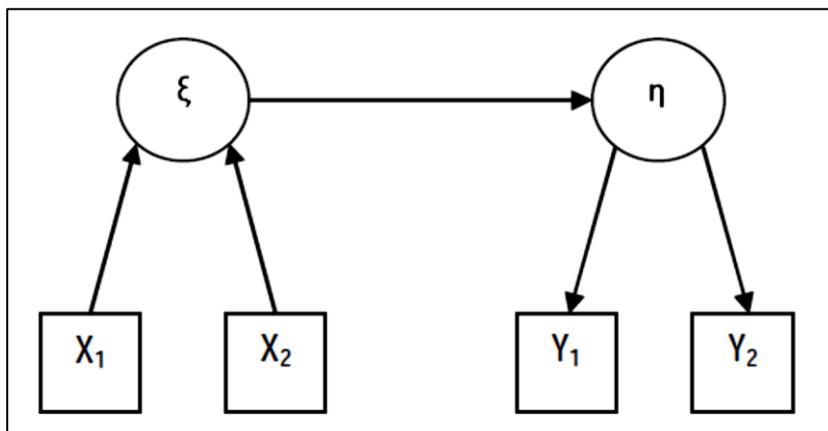
Devido o modelo de mensuração formativo está baseado na regressão múltipla, o tamanho da amostra e indicadores de multicolinearidade afetam a estabilidade dos coeficientes do indicador, o que não ocorre nos indicadores reflexivos (FORNELL e LARCKER,1981; BYRNE,2013).

É possível encontrar os dois tipos de indicadores dentro de um Modelo de Equações Estruturais. A seguinte Figura 5.3 demonstra graficamente um modelo onde a variável latente ξ é causada pelos seus indicadores x_1 y x_2 (indicadores formativos). Por outro lado, a variável latente η é causa das variáveis observáveis y_1 y y_2 .

Além disso, se tem uma relação causal entre as variáveis latentes ξ e η

Este tipo de modelos sé conhecido como MIMIC (multiple effect indicators for multiple causes).

Figura 5.3 - Modelo MIMIC



Fonte: (FORNELL e LARCKER,1981)

5.2 ENFOQUES PARA A ESTIMAÇÃO DE MODELOS

Até o momento tem-se abordado a construção de SEM, a partir do modelo de mensuração e o modelo estrutural. Foram revisados os métodos de estimação de parâmetros e as suas características. Inicialmente uso se a regressão dos mínimos quadrados ordinários (MCO) para a estimação de SEM. Mais adiante surgiu o método de Máxima Verossimilitude (MV) que, por requerer o cumprimento de supostos distribucionais, é substituído pelos métodos de PLS, Mínimos Quadrados não Ponderados (ULS), Mínimos Quadrados Generalizados (GLS) (FERNÁNDEZ; ALARCÓN, 2004).

Novas técnicas para a avaliação de SEM buscam eliminar o minimizar as fraquezas dos métodos iniciais. A primeira técnica é Artificial Neural Network (ANN). – (HSU; CHEN et al.,2006) afirmam que as ANN baseadas na técnica SEM poderia ser superior a técnicas SEM tradicionais porque pode medir relações não lineares mediante o uso de diferentes funções, atividades e camadas de nodos ocultos e pode melhorar estimações de equação estrutural ainda se não todos os supostos do modelo são satisfeitos (HSU, CHEN et al.,2006).

(HWANG e TAKANE,2004) tem proposto um método de informação completa, chamado Generalized Structured Component Analysis (GSCA), o qual minimiza um critério global.

Tem outro método proposto por Roderick Mc Donald, quem estima um modelo SEM baseado em análises de componentes principais, com um software baseado em covariâncias mediante o uso do critério de pesos não ponderados (ULS) e restringindo a zero variância do erro medida (MCDONALD,1996; MCDONALD e HO,2002).

Em geral tem dois enfoques para a estimação de Modelos de Equações Estruturais: 1) enfoque na estrutura da covariância, tal como o utilizam programas como LISREL, EQS, AMOS, entre outros e 2) enfoque baseado na estrutura das variâncias, também chamado baseado em componentes, cuja técnica que se fundamenta no uso de PLS é a mais proeminente.

Ambos os enfoques procuram a estimação dos parâmetros do modelo, porém os objetivos são diferentes. Embora que para o enfoque baseado em covariâncias o objetivo é explicativo (busca por a proba um modelo), para PLS é preditivo. Ambos objetivos, explicativo e preditivo, são similares aos contemplados na regressão.

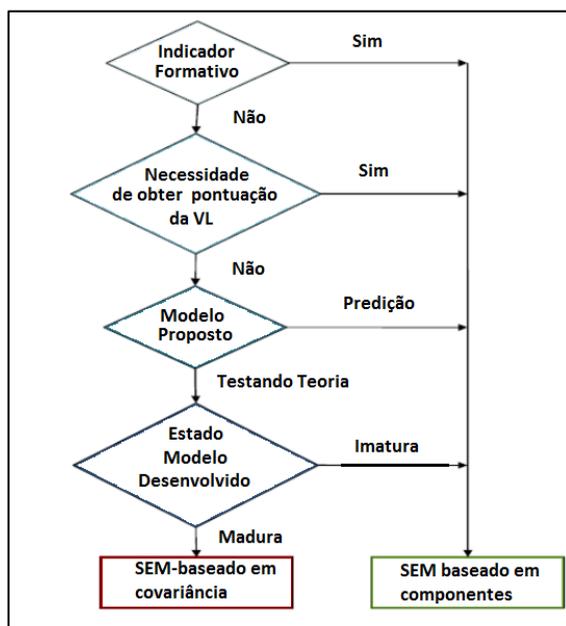
Apesar de que o PLS foi criado como uma alternativa ao enfoque de covariância, tanto PLS como os métodos baseados no ajuste de covariâncias e mencionados anteriormente, são complementares (HENSELER, 2014). Esta ideia é consistente com o trabalho realizado por Tenenhaus onde se estima um modelo SEM, baseado em ECSI, com vários métodos e se observa que para dados com boas propriedades como uni-dimensionalidade nos construtos, variáveis com igual escala, correlações positivas e Alfas de Cronbach altas, todos os métodos de estimação oferecem resultados muito similares (TENENHAUS, 2003), além desse trabalho o autor tem muitos outros trabalhos relacionados com o uso e a importância do método do PLS (TENENHAUS, AMATO et al.,2004;TENENHAUS, VINZI et al.,2005)

O parágrafo anterior assinala a robustez dos métodos quando os dados são bons, porém a obtenção de bons dados não é fácil e requer do

desenvolvimento de trabalhos preliminares, é por isso que o enfoque de variâncias toma tal relevância nas primeiras etapas da pesquisa, onde é difícil possuir bons dados (HENSELER, RINGLE *et al.*,2015).

A opção entre um enfoque e outro deve considerar os objetivos da pesquisa e a maturidade da mesma, as características dos dados, o tamanho da amostra, bem como as limitações de cada um dos métodos. O diagrama de fluxo da figura 5.4 exibe os elementos a considerar na opção de um enfoque a outro.

Figura 5.4 - Comparativo SEM Variância x SEM Componentes



Fonte: Adaptado de (HSU, CHEN *et al.*,2006)

5.2.1 Estimação de SEM com o enfoque de covariâncias

Antes de expor a estimação com o enfoque de covariâncias, é necessário falar sobre o seu objetivo. É orientado pela teoria e enfatiza a transição de modelo exploratório ao modelo confirmatório. Seu uso é recomendado quando a teoria *a priori* é forte e madura e o objetivo é a validação do modelo. Devido a que no se obta não obtenção do valor das

variáveis latentes, ocasionam perda na precisão da predição, o qual no é de importância, devido a que o objetivo é provar as relações estruturais entre os conceitos (HSU; CHEN *et al.*,2006)

A hipótese deste enfoque é que a diferença entre a matriz de covariâncias populacionais e a matriz de covariâncias do modelo proposto seja zero,

$$\Sigma - \Sigma \theta = 0 \quad \text{ou o que é o mesmo: } \Sigma = \Sigma \theta \quad (5.3)$$

Onde Σ é a matriz de covariâncias populacional e $\Sigma \theta$ é a matriz de covariâncias com o modelo proposto que está em função dos parâmetros livres do modelo, representados por θ

Dado que no se conhece a matriz de covariâncias populacional, se obtém uma matriz de covariâncias amostral S (ALDÁS-MANZANO, 2014).

É frequente encontrar que o enfoque de covariâncias, busca minimizar a diferença entre a matriz de variâncias e covariância S (da mostra) e a estimada por o modelo teórico proposto, a fim de obter exatidão nos parâmetros ótimos. Por consequência o processo de estimação dos parâmetros busca reproduzir a matriz de covariâncias das medidas observadas (CENFETELLI, BASSELLIER *et al.*,2013). A matriz de covariâncias está baseada em p e q indicadores de medida.

O procedimento de estimação mais aplicado para o cálculo de estrutura de covariâncias é o Mean Variance Analysis (MV), o qual requer cumprir com requisitos de: normalidade multivariada das variáveis endógenas, independência nas observações, independência entre as variáveis exógenas e os erros, assim como uma correta especificação do modelo (CHOPRA e ZIEMBA, 2011). A função de verossimilitude que busca minimizar a diferença entre as matrizes de covariâncias é:

$$F_{ML} = \ln|\Sigma| - \ln|S| + Tr(S\Sigma^{-1}) - (p + q) \quad (5.4)$$

Existem várias ferramentas computacionais para a estimação dos parâmetros deste enfoque: SAS/STAT, EQS, AMOS, SEPATH, COSAN, entre outros, sem deixar de mencionar o mais popular, o LISREL que foi desenvolvido por Jöreskog em 1975.

O método de MV assume um modelo paramétrico e uma família de distribuições conjuntas para todas as observações, o que permite realizar probas de hipóteses referentes ao modelo e aos parâmetros, assim como o cálculo dos erros standard.

Para levar a cabo a estimação do parâmetro, se requer que o modelo seja identificado. Ou seja, que o número de parâmetros a estimar seja ao menos igual ao número de observações $v(v+1)/2$.

Os constructos que são medidos com indicadores formativos, não estão estatisticamente identificados, de maneira que a estimação com MV pode levar a problemas de identificação severos, implicando covariâncias de zero entre alguns indicadores, correlações fora de alcance, e/ou a existência de modelos equivalentes (HAENLEIN e KAPLAN, 2004).

Resultados de este tipo indicam que, sim bem o processo iterativo de estimação atingiu a convergência, esta é inadmissível. Outras causas para este tipo de resultados são: erros de especificação, presença de observações atípicas, uma combinação de mostras pequenas ($N < 100$) e só dois indicadores por fator num modelo de medida, malos valores de início e correlações na população extremadamente altas o baixas (KLINE,2015).

A continuação se enumeram algumas características que ressaltam de SEM baseado em covariâncias:

- Permite implementar procedimentos para provar hipóteses (rejeitar ou não o modelo proposto, comparação entre populações).
- Cálculo de erros standard para os parâmetros do modelo.
- Apresenta problemas de convergência ao maximizar a verossimilhança em modelos grandes ou pequenos onde o número de variáveis manifestas excede o número de casos.
- Se requer restringir a uma constante alguns caminhos principalmente para captar a escala de medição, o qual contribui para a identificação do modelo.
- Existe um número considerado de índices de ajuste.
- Teoricamente é possível incluir indicadores formativos.
- Indeterminação fatorial.
- Especificação da estrutura residual.
- Ajustes idênticos para diferentes modelos hipotéticos.
- É necessário um conhecimento *a priori*, já que a prova de ajuste χ^2 é idêntica para todas as possíveis variáveis no observáveis que satisfaçam a mesma estrutura de pesos (FORNELL e LARCKER,1981).
- Precisão estatística nos estimadores, sob o cumprimento de supostos.

Os seguintes passos ilustram o processo geral para a elaboração e estimação de um Modelo de Equações Estruturais. Para a sua elaboração foram usados diagramas encontrados na literatura do enfoque de covariâncias, assim como em (KLINE,2015).

- Passo 1: Desenvolvimento das hipóteses
- Passo 2: Construção do diagrama de trajetórias
- Passo 3: Especificação da estrutura do modelo
- Passo 4: Identificação da estrutura do modelo
- Passo 5: Estimação de parâmetros
- Passo 6: Avaliação de resultados
- Passo 7: Modificação do modelo

5.2.2 Tamanho da Amostra

A diferença dos tamanhos de amostra para médias e proporções, os quais são obtidos com certo nível de confiança a partir de cálculos matemáticos, os tamanhos de amostra para a estimação de SEM, não se derivam desta forma. O tamanho da amostra depende do número de parâmetros, assim como do método de estimação utilizado. O tamanho da amostra não suporta a identificação do modelo, mas tem contribuição na estabilidade dos resultados. O SEM com enfoque de covariâncias requer amostras grandes. Alguns critérios sugeridos para estimar modelos com o enfoque de covariâncias se mostram a continuação, dentre as categorias podemos classificar:

- Pequenas: menores que 100 elementos
- Medianas: entre 100 e 200
- Grandes: maiores que 200

A estimação de modelos complexos requer amostras maiores que os modelos simples, devido possuírem maior número de efeitos a ser estimados. Para modelos complexos sugere-se usar amostras grandes. Segundo (KLINE, 2015) com menos de 100 casos, qualquer tipo de SEM será impossível de estimar a menos que seja um modelo simples.

Embora não tem um consenso absoluto na literatura, acerca da relação entre o tamanho da amostra e a complexidade do modelo se recomenda que o consciente entre o tamanho da amostra e o número de parâmetros livres seja de 20:1; o consciente 10:1 é, em muitas ocasiões um objetivo mais prático, pois determina tamanho das amostras menores que representam vantagens tanto em custo, como em tempo. Assim, um modelo com 20 parâmetros requer no mínimo 200 elementos na amostra. Não se recomenda que o consciente do tamanho das amostras entre o número de parâmetros fique por debaixo de 5:1 (KLINE, 2015).

O tamanho da amostra influi na robustez dos testes estatísticos, de maneira que a recomendação é ter um múltiplo grande do número de

constructos no modelo, pois está baseado em regressão linear. Uma regra para a estimação robusta de coeficientes de caminhos em PLS sugere o máximo entre: dez vezes o número de indicadores da escala com o maior número de indicadores formativos e dez vezes o maior número de caminhos estruturais dirigidos a um constructo particular (HENSELER; RINGLE *et al.*, 2015).

Uma das características ressaltadas, do PLS, é que pode operar com tamanhos de amostra pequenas (e.g., 200 ou menos casos), assim como com modelos complexos, sem que isso ocorra problemas de convergência e consistência. Esta característica é apoiada por (HSU; CHEN *et al.*, 2006) explicitamente em estimações de Índices de Satisfação do Consumidor.

Existem investigadores que refutam estas ideias, tal é o caso de (GOODHUE; LEWIS *et al.*, 2006), quem reconhecem que PLS não tem características especiais em estimações de amostras pequenas, seu uso é ainda conveniente em situações de modelos complexos e tamanhos de amostra menores que os utilizados no enfoque de covariâncias.

Chin e Newsted (1999) citado em HENSELER (2009, p. 292) apresentaram uma simulação Monte Carlo onde concluem que PLS é capaz de dar informação sobre as propriedades dos indicadores com amostras de tamanho 20.

5.2.3 Índices de Ajustes

Existem vários índices para avaliar o nível de ajuste do modelo. (KLINE, 2015) descreve aqueles que recomenda reportar para a análise de um SEM baseado em covariâncias:

5.2.3.1 Modelo χ^2

Uma medida global é a estatística da razão de verossimilhança, a qual segue uma distribuição assintótica.

$$\chi^2 = (n - 1)F_{ML} \quad (5.5)$$

Onde n é o tamanho da mostra. Com graus de liberdade:

$$gl = (p * q)(p + q + 1 - t) \quad (5.6)$$

Sendo t o número de parâmetros livres no modelo.

A hipótese nula para esta prova é que o modelo tem um ajuste perfeito na população, de maneira que à medida que aumenta o valor de χ^2 o ajuste do modelo é pior. É desejável nesta prova que não se rejeite a hipótese nula.

Esta prova permite avaliar o grau de semelhança entre as matrizes S e $\sum \theta$. Devido a que este indicador esta em função do tamanho da mostra, assim como da cercania entre as matrizes comparadas, o seu uso é limitado. Um incremento no tamanho da mostra aumenta a probabilidade de rejeitar um modelo ainda quando as diferenças entre as matrizes sejam triviais.

5.2.3.2 RMSEA Steiger-Lind (Root Mean Square Error of Approximation)

Este é um índice de parcimônia ajustado. Dados dois modelos com similaridade explicativa dos dados, se favorece o modelo mais simples. RMSEA aproxima a uma distribuição não central, não requer uma hipótese nula correta. A hipótese nula de esta prova é que o ajuste do modelo aos dados não é perfeito. Indicadores com valores pertos a zero mostram um bom ajuste, a maior é o indicador pior é o ajuste do modelo. O modelo é considerado bom se o RMSEA é menor o igual que 0.05.

$$RMSEA = \sqrt{\frac{F_0}{gl}} \quad (5.7)$$

Onde

$$F_0 = \max \left[\frac{(N-1)F-gl}{N-1}, 0 \right] n \quad (5.8)$$

Para este índice se obtém intervalos de confiança ao 90%. Recomenda que o limite superior seja menor a 0.1

5.2.3.3 CFI Bentler (Comparative Fit Index)

Com este indicador se avalia a melhora relativa no ajuste do modelo pesquisado comparado com o modelo base. O modelo base é independente, se assume que as covariâncias populacionais entre as variáveis observadas são zero. Um bom modelo terá um CFI maior o igual a 0.95.

$$CFI = 1 - \frac{\max(\chi_M^2 - gl_M)}{\max(\chi_B^2 - gl_B)} \quad (5.8)$$

Onde $\chi_M^2 - gl_M$ estimam o grau de especificação incorreta no modelo do investigador e $\chi_B^2 - gl_B$ se refere ao modelo que supõe independência total das variáveis. Este último valor é frequentemente maior que o do modelo estimado. Para que χ_M^2 seja maior que χ_B^2 se requiere que o modelo do investigador supere ao modelo base o independente, de outra maneira não ha razão para preferir o modelo proposto (KLINE, 2015)

5.2.3.4 SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)

A magnitude nos resíduos padronizados é outro elemento para valorar o grau de ajuste do modelo. A estandardização dos resíduos é uma interpretação objetiva, já que se elimina o efeito produzido pela escala das variáveis observadas.

Um perfeito ajuste mostrará residuais iguais a zero, pelo que o incremento dos residuais indica que o ajuste do modelo fica pior. Valores de SRMR menores a 0.10 são geralmente considerados favoráveis

5.2.3.5 Coeficiente de determinação R^2 de variáveis latentes endógenas

A interpretação deste indicador é análoga com a regressão; indica a quantidade de variância explicada do constructo pelo modelo. Comparações entre coeficientes de determinação obtidos em simulações e com dados reais, mostram que baixo o enfoque de covariâncias se obtém R^2 maiores a aquelas obtidas baixo o enfoque de variâncias (HSU S-H. *et al.* 2006, 363). O anterior é consistente com a ideia de que o enfoque é explicativo.

5.3 ESTIMAÇÃO SEM BASEADA EM VARIÂNCIAS (PLS).

Esta seção é de suma importância para o presente trabalho, o qual busca mostrar a metodologia de Mínimos Quadrados Parciais utilizada na estimação de SEM. Para a estimação da aplicação, se utilizou o software SmartPLS (RINGLE; DA SILVA *et al.*,2014).

A diferença do enfoque de covariâncias, o objetivo do enfoque de variância, é predição na análise causal, sobretudo quando os modelos são complexos e a teoria não é sólida. É possível que possa ser utilizado em análise confirmatória, embora todos os indicadores são considerados úteis para a explicação. A falta de uma função de otimização global e com indicadores de ajuste global limita o uso de PLS para provar teorias (HENSELER, 2014).

Segundo (TENENHAUS; VINZI *et al.*,2005), o primeiro a desenvolver a ideia de PLS foi (WOLD,1966), em um artigo sobre componentes principais, e onde foi introduzido o algoritmo NILES (non-linear interative least squares), posteriormente o algoritmo e suas extensões foram nomeados NIPLAS (non-linear interative partial least squares).

Introduzido com o nome de NIPLAS (*non-linear interative partial least square*), PLS tinha como propósito maximizar a variância das

variáveis dependentes explicada pelas independentes. Igual no enfoque de covariância, a estrutura de um modelo SEM estimado com PLS está integrada por um modelo de medida e o modelo estrutural. Nessa estrutura se agrega outro componente, ou peso das relações, que são usadas para estimar os valores das variáveis do caso latente (HAENLEIN e KAPLAN,2004).

5.3.1 Operação do método

PLS é um algoritmo iterativo que resolve, separadamente, o modelo de medida, e posteriormente no segundo passo estima os coeficientes das trajetórias do modelo estrutural.

Antes de entrar na descrição do método é importante identificar o tipo de padrão requerido para as variáveis manifestas segundo se satisfaçam ou não as seguintes condições (CHATELIN, VINZI *et al.*,2002).

- 1 A escala das variáveis manifestas é comparável
- 2 A média das variáveis manifestas são interpretáveis
- 3 A variância das variáveis manifestas reflexa sua importância

Quando a condição 1 não é cumprida é preciso a padronização (média 0 e variância 1), pelo contrário, seu cumprimento permite trabalhar com os dados originais, porém a estimação dos parâmetros depende do cumprimento das outras condições.

Se as condições 2 e 3 não são cumpridas , será preciso padronizar (media 0 e variância 1), para estimar os parâmetros. Para a apresentação de resultados as variáveis são levadas a suas unidades de origem.

O cumprimento da condição 2 e não cumprimento da condição 3 requer a padronização a variância 1 para a estimação dos parâmetros. Para a apresentação de resultados as variáveis são recalculadas a suas unidades de origem.

O último cenário se refere ao cumprimento das condições 2 e 3, onde o uso das variáveis originais é requerido.

Para a estimação do modelo de medida, PLS inicia calculando a pontuação das variáveis latentes a partir de seus indicadores. A primeira estimação se faz a partir de uma combinação linear exata de seus indicadores e é utilizada por PLS na substituição das variáveis latentes. Os pesos usados para determinar a pontuação de variáveis latentes são estimados de maneira que se capture a maior variância das variáveis independentes, utilizadas na predição da variável dependente.

O valor das variáveis latentes é, por tanto, calculado a partir de uma média ponderada de seus indicadores. PLS está baseado que todas as variâncias das variáveis observáveis são úteis e deveriam contribuir na explicação da variável independente.

Uma vez que se têm pontuações para as variáveis independentes, estas são utilizadas para calcular as relações estruturais, a partir de regressões de mínimos quadrados ordinários. Tal como descrevem (HAENLEIN e KAPLAN, 2004), a ideia básica de PLS é bastante direta e se pode resumir nos seguintes passos:

- Estimam-se pesos para as relações dos indicadores com suas correspondentes variáveis latentes.
- Calculam-se pontuações de cada variável latente com base a uma média ponderada dos seus indicadores usando os pesos estimados no passo anterior.
- As pontuações das variáveis latentes obtidas se colocam no modelo estrutural para determinar os parâmetros de suas relações a partir de um conjunto de equações de regressão

Os passos numerados descrevem o processo de estimação do modelo em sua totalidade. Os dois primeiros resumem a estimação do modelo de medida, embora que o terceiro passo sintetize a estimação do modelo estrutural. Neste momento a ideia é clara e simples, porém é necessário o foco no processo de determinação dos pesos dos indicadores de as variáveis latentes. Este é o ponto crucial na estimação de um SEM onde as fontes de informação são variáveis latentes cujo valor depende do peso definido a cada um dos seus indicadores, baseado no suposto de que existem indicadores mais relevantes que outros, de maneira que é desejável que o peso dos indicadores não seja igual.

Em PLS a estimação dos valores das variáveis latentes, é um procedimento iterativo, o qual se repete até que se obtenha a convergência, é dizer, até que a mudança nas estimações dos valores externos seja menor a um valor determinado. A determinação dos pesos dos indicadores, em (HAENLEIN e KAPLAN, 2004), assim como em (TENENHAUS, VINZI *et al.*, 2005).

5.3.2 Cálculo do valor da variável latente

Este valor se calcula com a média ponderada dos indicadores da variável latente. O valor se padroniza (média 0 e variância 1). Quando o procedimento está avançado e leva algumas interações, os pesos

utilizados na média resultam do último passo. Quando o algoritmo está iniciando e não se dispõe de pesos, se utiliza uma combinação arbitrária não trivial para a estimação. (HENSELER,2014) menciona que para modelos de medida reflexivos os pesos se geram a partir das covariâncias entre os pesos internos das variáveis latentes e seus indicadores.

Para variáveis latentes padronizadas e com variáveis manifestas centradas se tem:

$$Y_j = \sum \tilde{W}_{jh} (x_{jh} - \bar{x}_{jh}) \quad (5.9)$$

A sua média é dada por

$$\hat{m}_j = \sum \tilde{W}_{jh} \bar{x}_{jh} \quad (5.10)$$

e a variável latente ξ_j

$$\xi_j = \sum \tilde{W}_{jh} x_{jh} = Y_j + \hat{m}_j \quad (5.11)$$

Onde \tilde{W}_{jh} são os pesos externos.

5.3.3 Estimação dos pesos internos

Os pesos internos são calculados, para cada variável latente, com o objetivo de refletir em que medida as variáveis latentes vizinhas estão relacionadas com ela. Este cálculo é uma aproximação interna das mesmas pontuações das variáveis latentes com base numa media ponderada de suas variáveis latentes vizinhas. Para este processo tem três esquemas distintos de determinar pesos:

a) *Centroid Scheme*, proposto por (WOLD,1982). Este esquema utiliza o signo das correlações entre uma variável latente o mais precisamente, as pontuações externas e suas variáveis latentes adjacentes (HENSELER; RINGLE *et al.*,2015). Este esquema mostra inconvenientes quando as correlações são aproximadamente zero devido a que seu signo pode cambiar com pequenas flutuações. Centroid Scheme é usado como se se adaptara bem a casos donde as variáveis manifestas em seu bloque estão fortemente correlacionadas (TENENHAUS; VINZI *et al.*,2005; VINZI; TRINCHERA *et al.*,2010).

b) *Factor Scheme* proposto por Lohmöller (LOHMÖLLER,2013). Este esquema utiliza correlações entre as variáveis latentes. Este

procedimento é seguido quando variáveis manifestas em seu bloco estão debilmente correlacionadas (VINZI; TRINCHERA *et al.*,2010).

c) *Path Weighting Scheme*, proposto também por Lohmöller (LOHMÖLLER,2013). Obedece ao sentido das relações causais estabelecidas no modelo de sendeiros. Ressalta a diferencia entre variáveis predecessoras de ξ_j que são variáveis latentes que a explicam e as que são explicadas por ξ_j . Para as predecessoras os pesos internos equivalem aos coeficientes de regressão de Y_i na regressão múltipla de Y_j sobre todas as Y_i relacionadas a as explicativas de ξ_j . Enquanto que a variável é sucessora de ξ_j , o peso corresponde à correlação entre Y_i e Y_j (CHATELIN, VINZI *et al.*, 2002; VINZI, TRINCHERA *et al.*,2010) recomendam marcadamente *Path Weighting Scheme*.

Os procedimentos descritos anteriormente, mostram o processo de estimação de pesos com PLS, o resto do procedimento constitui a interação do processo; é dizer, usando a segunda estimação, os pesos externos se modificam, o processo de estimação interna e externa se repete ate que a mudança nas estimações dos valores externos seja menor a um valor determinado.

Na maioria dos estudos se enfrenta a situação de valores perdidos e seu tratamento. A presença de valores perdidos implica dificuldades nos análises, além de reduzir a potência estatística, o qual implica erros nas estimações. O padrão dos valores variam desde aqueles que são completamente randômicos até os que só dependem fortemente sobre o valor de uma variável. Há dois tipos gerais de padrões de valores perdidos, estes são:

- Perdidos randomicamente (MAR pelas suas siglas em inglês: *Missing at Random*), o qual se refere a que as observações perdidas sobre uma variável difere da observada sobre a variável só randomicamente ou por acaso.
- Perdidos completamente randomicamente ou ao acaso (MCAR - *Missing completely at random*), aqui, além do suposto anterior a presença do observado contra o perdido sobre a variável não está relacionado com outra variável. Este é o suposto que comumente se faz nos estudos.

Existem vários métodos para o tratamento dos valores perdidos. Aqui só se descrevem as duas opções que até agora estão implementadas no software SmartPLS.

Case wise replacement: está apresentado como substituição, trata de uma eliminação dos casos com valores perdidos. Esta opção segue os

critérios de métodos listwise e pairwise. Neste caso o tamanho da amostra é reduzido e as estimações se fazem a partir das observações completas.

Mean replacement: É um dos métodos mais usados e consiste em utilizar as estimações disponíveis e preencher os valores perdidos com a média calculada dessas observações. Este método mantém o tamanho da amostra original, porém subestima a variância e por tanto infla o valor R^2 ajustado. Esta é uma boa opção quando os dados vêm dos dois padrões mencionados (WONG, 2013; HAIR JR *et al.*, 2016).

5.3.4 Características do método

Mostra-se, nesta seção, as características do enfoque de variâncias, as quais são mencionadas na maioria dos artigos que abordam o tema.

Os supostos distribucionais nas variáveis aleatórias não são requeridos neste método, como tampouco supostos sobre a escala de medida. Porém existem supostos que devem cumprir-se, tanto nas relações do modelo de medida como do modelo estrutural.

Está implícito no modelo de regressão padrão, a especificação do preditor, que estabelece que a parte sistemática da regressão linear deve ser igual a esperança condicional da variável dependente (HENSELER, 2014). Isto reduz a expressão do modelo estrutural

$$\xi = B\xi + \zeta \text{ a } (\xi|\xi) = B\xi \quad (5.12)$$

De maneira que, os resíduos no estão correlacionados, como tampouco há correlação entre o resíduo de certa variável latente endógena e suas variáveis latentes exógenas.

Pelo que se refere o modelo de medida reflexivo a expressão se reduzirá:

$$(X_x|\xi) = \Lambda_x\xi \quad (5.13)$$

A não dependência, de supostos distribucionais, dos dados, permite realizar estimações com dados altamente parciais ou transversais ou com observações independentes não asseguradas (HENSELER *et al.*, 2009, 289).

Uma característica importante do método é a consistência dos estimadores, a qual se vê afetada pela medida do erro implícito nas variáveis manifestas. Porém o coeficiente de trajetórias estimado através de PLS converge para os parâmetros da variável latente do modelo, onde

o tamanho da mostra e o número de indicadores de cada variável latente tende ao infinito (HAENLEIN e KAPLAN,2004).

Ao permitir, e é desejável, que o número de indicadores por variável latente seja infinito constitui uma das principais fortalezas desta metodologia, já que no enfoque de covariâncias o incremento desmedido dos indicadores, pode conduzir a um modelo não identificado, ocasionando problemas na estimação. Nesta característica está a possibilidade de estimar modelos complexos integrados por um bom número de variáveis latentes e manifestas, sem gerar problemas na estimação. “O domínio natural dos modelos de variáveis latentes tal como o PLS é onde o número de variáveis latentes significativas é pequeno, muito menor que o número de variáveis medidas” (HAENLEIN e KAPLAN,2004; URBACH e AHLEMANN, 2010).

Quando não se logra a consistência dos estimadores, PLS tende a subestimar a correlação entre as variáveis latentes e a sobrestimar os pesos dos indicadores do modelo no modelo de medida (HAENLEIN e KAPLAN, 2004).

Uma outra vantagem, sublinhada nos artigos, é a estimação de modelos estruturais cujo modelo de medida é formativo, este tipo de modelo pode-se estimar o enfoque de covariâncias através de linguagens de programação, é recorrente a obtenção de problemas na estimação. PLS pelo contrário estima os modelos com ambos os modelos de medida, sem problema, salvo nos casos com níveis críticos de multicolinearidade nas variáveis manifestas.

5.3.4.1 Vantagens do método pls

- Não requer supostos distribucionais.
- Pode avaliar modelos mais complexos sem gerar problemas na estimação devido à simplicidade do algoritmo.
- Pode trabalhar dados com poucas observações e um número maior de variáveis latentes (HENSELER, RINGLE *ET AL.*,2015).
- Especifica a estimação de variáveis latentes.
- As variáveis latentes estimadas podem ser interpretadas facilmente.
- Pode-se trabalhar com dados de qualquer tipo (nominal, ordinal, de intervalo).
- Pode estimar modelos com amostras pequenas.
- Elimina possíveis problemas relacionados com multicolinearidade.

- Pode estimar modelos tanto formativos como reflexivos.
- É robusto diante de valores perdidos.

5.3.4.2 Desvantagens do método PLS

- Não existem, formalmente, provas de significância para os resultados das estimações dos parâmetros.
- Há um indicador global de ajuste, baseado em comunalidades, e coeficientes de determinação.
- A difusão dos programas estatísticos (software) é muito mais restrito, comparada com aqueles baseados em análise de covariância (TENENHAUS,2008).
- O algoritmo PLS é mais um algoritmo heurístico que um algoritmo com propriedades bem conhecidas (TENENHAUS, 2008).
- A possibilidade de impor valores ou restrições nos coeficientes das trajetórias, e não existe no PLS a diferença de modelos LISREL (TENENHAUS, 2008).
- Existe inclinação nos estimadores. Frequentemente os pesos externos entre as variáveis latentes e seus indicadores são sobrestimados, enquanto que os pesos internos entre variáveis latentes são subestimados. Os coeficientes de trajetórias convergem ao valor real caso o tamanho da mostra e o número de indicadores por variável latente tendem ao infinito (HSU; CHEN *et al.*,2006).
- O PLS pode operar com amostras muito pequenas, os estimadores obtidos a partir de mostras muito pequenas não são consistentes, de maneira que a facilidade de qualquer uso dos resultados é difícil de assegurar.

5.4 INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

É importante determinar adequadamente as regras de correspondência do modelo, já que é uma das três considerações metodológicas para a aplicação de PLS, segundo o mencionado por (MANGIN; ÁLVAREZ *et al.*, 2006), as quais se enumeram a continuação:

- Determinar as regras de correspondência na formação de constructos e no modelo.
- Valorar a confiabilidade e validade das medidas.

- Interpretação dos coeficientes estruturais, determinando a adequação do modelo, para a seleção de um modelo final.

Nesta seção serão abordados os critérios de avaliação dos indicadores, para a avaliação, dos modelos de medida e estrutural com o enfoque de variâncias.

Devido os modelos SEM estimados, com PLS, até agora não tem incorporado critérios de ajuste, pesquisadores como como (HENSELER, 2014) sublinham realizar o análise do modelo em duas etapas:

- Confiabilidade e validade do modelo de medida
- Mensuração do modelo estrutural

O primeiro ponto denota a diferença entre os indicadores são reflexivos ou formativos, porém que o segundo ponto só se analisa se as pontuações das variáveis latentes mostram evidência suficiente de confiabilidade e validade.

Devido a que o enfoque de variâncias está fortemente orientado a predição, validação do modelo tem foco principalmente sobre a capacidade preditiva do modelo (VINZI; TRINCHERA *et al.*,2010).

5.4.1 Confiabilidade e validade do modelo de mensuração

5.4.1.1 Reflexivo

Dado que uma variável latente deve explicar substancialmente parte da variância de seus indicadores (pelo menos 50%), a *confiabilidade individual de cada indicador* se avalia mediante exame das cargas ou das correlações simples das medidas com seu respectivo constructo. Uma regra geral é aceitar itens com cargas padronizadas iguais ou superiores a 0.707 (BARCLAY; HIGGINS *et al.*,1995), o que implica mais variância compartilhada entre o constructo e suas médias, que variância do erro (MANGIN; ÁLVAREZ *et al.*,2006).

(HENSELER, 2014) cita a recomendação de autores como (CHURCHILL JR,1979), para eliminar indicadores reflexivos com pesos padronizados, menores a 0.4. Sugere-se, devido aos estimadores obtidos com PLS, que são consistentes, eliminar indicadores quando sua confiabilidade é baixa e sua eliminação gera melhora na confiabilidade composta.

A confiabilidade de uma variável latente mostra *consistência interna* a partir de seus indicadores ou variáveis observáveis. A este

elemento também se faz referência com o conceito de unidimensional, no sentido de análise fatorial. Para modelos de medida reflexivos existem várias ferramentas para verificar a unidimensionalidade do bloco de variáveis manifestas, (TENENHAUS; VINZI *et al.*,2005) menciona o uso de análise de componentes principais, o cálculo de Alfa de Cronbach e a Confiabilidade Composta ou Dillon-Goldstein's.

Sobre a análise de Componentes Principais de um bloco de variáveis manifestas, se diz que é unidimensional, se o primeiro valor próprio da matriz de correlações é maior que 1 e o segundo é menor a 1, ou ao menos muito longe do primeiro valor próprio. A recomendação é que o primeiro componente principal construído com as correlações positivas de todas, ou ao menos a maioria das variáveis latentes. Se existem problemas com correlações negativas dos indicadores com o componente principal, a sugestão é eliminar esse indicador que é inadequado para medir a variável latente (TENENHAUS; VINZI *et al.*,2005).

Tradicionalmente a consistência interna do constructo se determina pela Alfa de Cronbach, que mede o grau em que as respostas são coerentes através das perguntas de uma mesma medida (KLINE,2015).

A Alfa de Cronbach mostra a confiabilidade baseada na correlação entre os indicadores do constructo, mas assume que os indicadores são igualmente confiáveis. Devido este indicador tende a subestimar severamente a confiabilidade da consistência interna dos modelos SEM, portanto recomenda-se utilizar diferentes medidas, tal como a Confiabilidade Composta (HENSELER; RINGLE *et al.*,2015).

$$\alpha = \frac{N \cdot \bar{r}}{(1+(N-1) \cdot \bar{r})} \quad (5.14)$$

Onde N é o número de variáveis manifestas e \bar{r} é a média da correlação.

A Confiabilidade Composta foi desenvolvida por (WERTS, LINN *et al.*,1974). Esta medida não assume equivalência entre as medidas, pelo contrário prioriza indicadores, o que faz dela um composto confiável. Interpreta-se da mesma forma que o Alfa de Cronbach.

Um nível aceitável para a consistência interna nas primeiras etapas de pesquisa é 0.70 e valores de 0.80 o 0.90 para etapas mais avançadas. Valores menor que 0.60 indicam falta de confiabilidade (HENSELER, 2014). Este indicador se determina a partir da seguinte expressão:

$$\rho_c = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{(\sum \lambda_i)^2 + \sum_i \text{var}(\varepsilon_i)} \quad (5.15)$$

Onde λ_i representa a carga fatorial do indicador e $\text{var}(\varepsilon_i) = 1 - \lambda_i^2$ a variância do erro.

(HENSELER e CHIN, 2010), consideram que a ρ de Dillon_Goldstein é melhor indicador que a Alfa de Cronbach.

A validade de uma pontuação se refere à solvência das inferências baseadas nas pontuações, isto é, se as pontuações medem o que elas supõem medir. Para o caso da validade do constructo, se busca que o constructo hipotético seja medido, o que o pesquisador espera (KLINE, 2015).

Pelo que se refere à *validade convergente*, esta característica significa que um conjunto de indicadores representam a um constructo e que ademais é o mesmo constructo, o qual se demonstra através da uni dimensionalidade. A avaliação de tal característica se faz através da comunalidade que é a quantidade de variância obtida por um constructo devida a seus indicadores em relação à variância total (variância compartilhada mais variância do erro).

A média de comunalidade de cada constructo e para todo o modelo, pode ser calculada com AVE (Average Variance Extracted). Uma variável latente com uma AVE de ao menos 0.5 indica capacidade do constructo para explicar mais da metade da variância de seus indicadores na média (HENSELER, 2014).

$$AVE = \frac{\sum_{i=1}^i \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^i \lambda_i^2 + \sum_{i=1}^i \text{var}(\varepsilon_i)} \quad (5.16)$$

Aonde λ_i representa a carga fatorial do indicador, e $\text{var}(\varepsilon_i) = 1 - \lambda_i^2$ a variância do erro. Como pode observar-se a AVE é a media das comunalidades, por constructo.

(HENSELER e CHIN, 2010) menciona que para assumir validez convergente, são necessários pesos grandes (superiores a 0.7) e que os pesos dos indicadores sejam similares, ou seja, que o caminho entre os pesos pertencentes ao constructo seja estreito (tal como 0.7 a 0.9). Quando o canal é amplo deve adotar-se que as medidas são verdadeiramente um conjunto homogêneo que captura principalmente o fenómeno de interesse.

A *validade discriminante* é uma característica complementar a validez convergente, e se refere a duas variáveis, conceitualmente,

diferentes devem exibir suas diferenças. Em PLS tem dois critérios para a validade discriminante, os quais se mostram a seguir.

O indicador AVE pode ser utilizado para medir, também, a validade discriminante entre constructos. (FORNELL e LARCKER,1981) sugerem que o AVE de cada variável latente seja superior ao quadrado da correlação, com todas as outras variáveis latentes, ou que a raiz quadrada do AVE de cada variável latente seja superior a correlação com todas as outras variáveis latentes.

$$\sqrt{AVE(\eta_i)} > Corr(\eta_i n_j) \text{ e } Corr(\eta_i n_j) < \sqrt{AVE(\eta_j)} \quad (5.17)$$

Esta condição exibe, essencialmente, que se um constructo está mais correlacionado com outro constructo que com seus próprios indicadores de medida, há a possibilidade de que os constructos compartilham o mesmo tipo de indicadores e que no sejam conceitualmente diferentes. Alternativamente indica que ambos os grupos de indicadores realizam uma fraca diferenciação dos constructos propostos (HENSELER e CHIN, 2010). O segundo critério para a validade discriminante é o peso do indicador para ser maior que t (HENSELER, 2014). O peso de um indicador associado a sua variável latente deve ser maior que os pesos associados ao resto das variáveis latentes. O contrário implica que o indicador observado é incapaz de discriminar se pertence ao constructo ao que intenta medir, ou a outro.

(HENSELER e CHIN,2010) assinala que se deve cumprir o critério indicado no parágrafo anterior, mas também se espera que ao revisar uma variável latente, os pesos de seus indicadores sejam maiores que os pesos cruzados.

No caso de que um modelo de medida não cumpra com suficiência os critérios mencionados, o pesquisador deveria excluir indicadores e revisar o modelo de trajetórias (HENSELER, RINGLE *et al.*,2015).

5.4.1.2 Formativo

(BOLLEN e LONG,1993) ressaltam que para modelos de medida formativos, o cumprimento de confiabilidade (consistência interna) e validação do constructo (validação convergente e discriminante) não são relevantes. No modelo formativo cada variável manifesta representa uma dimensão diferente do conceito estudado.

A validação dos modelos formativos segundo o exposto por (HENSELER,2014) deve primeiramente, a partir de uma justificativa

teórica e clara e, em segundo lugar, compreender uma análise estatística em dois níveis:

1. Nível de constructo
2. Nível do indicador

No nível de constructo é importante determinar se o indicador formativo leva o significador previsto e, portanto, apresenta um comportamento de acordo a as hipóteses. É importante ressaltar que nos modelos formativos a variável latente está determinada por seus indicadores, portanto é importante uma definição completa para evitar deixar de fora indicadores relevantes (DIAMANTOPOULOS, RIEFLER *et al.*,2008). As relações estabelecidas, de acordo a teoria, entre os constructos, devem ser fortes e significativas.

Outro elemento de importância é o cálculo do erro de constructo v , o qual representa a parte do constructo que não tenha sido considerada. Para sua estimação é preciso obter a validação externa $1 - Var(v)$. Este indicador deve ser da ordem do 0.8 como mínimo, o qual indica que o indicador formativo carga com o 80% do significado previsto, Porém tem que considerar o campo de pesquisa.

No nível do indicador, busca-se conhecer sua contribuição de acordo com o significado previsto. Quando se descreveram os modelos de medida, se mencionou que a diferença dos modelos reflexivos, nos modelos formativos os indicadores devem cobrir inteiramente a variável latente. Os dois casos nos que o pesquisador deve examinar a inclusão de um indicador são: quando o indicador *não* tem um impacto *significativo* sobre o índice formativo e quando se observa *multi-colinearidade* (existem indicadores que medem o mesmo, há redundância). No caso da existência de multicolinearidade é recomendável o uso de regressão PLS para a estimação dos pesos externos, no modelo formativo, em lugar da regressão de Mínimos Quadrados Ordiniais (VINZI, TRINCHERA *et al.*,2010). Esta recomendação é extensiva quando há pontuações perdidas de variáveis latentes, variáveis latentes altamente correlacionadas, um número limitado de unidades com referência ao número de preditores.

A significância do impacto é determinada com métodos não parametrizados, tal como Bootstrap - o Jacknife. A multicolinearidade nestes modelos obedece a regressão múltipla se calcula com o VIF (variance inflation factor), a regra de dedo indica que valores com um VIF superior ao 0 mostram alto grau de multicolinearidade. No caso de multicolinearidade o peso dos estimadores pode ser distorcido (HENSELER, 2014).

Os pesquisadores sugerem não eliminar indicadores, a partir unicamente, dos resultados estatísticos. Como justificativa conceitual

devem conservar-se indicadores significativos e não significativos, devido a ocorrência do risco de modificar a natureza do constructo.

A inclusão de indicadores não significativos, dificilmente altera as estimações, porém um número excessivo de indicadores é indesejável porque incrementa o número de parâmetros a serem estimados, além de aumentar os custos.

Até agora, só se tem considerado a avaliação do modelo de medida. Como se mencionou anteriormente, só a validação do modelo de medida conduzirá a estimação do modelo estrutural. Há que ressaltar que segundo o enfoque de variâncias, cujo objetivo é preditivo, e o que é principalmente recomendado para as etapas da pesquisa, é possível que existam indicadores que não cumprem com os critérios de confiabilidade e validade que se necessita.

Como foi exposto, o tipo de validação do modelo de medida depende do tipo das regras de correspondência estabelecidas, seja formativo ou reflexivo.

A completa análise do modelo, em diferentes etapas de investigação, contribui a lograr um modelo geral com desejáveis características de validade e confiabilidade, que contribuirá para o aperfeiçoamento do modelo e alternativamente a comparação de estimaciones conforme os dois enfoques.

5.4.2 Estimação do modelo estrutural

Para realizar a valoração do modelo estrutural requer um resultado satisfatório obtido na confiabilidade e validade do modelo de mensuração.

Como foi mencionado anteriormente, o método PLS faz ênfase na análise da variância explicada. O poder preditivo é avaliado com o R^2 de cada variável latente endógena, cuja interpretação é análoga à regressão. O R^2 indica a quantidade de variância explicada do constructo pelo modelo.

(HENSELER e CHIN, 2010) citado HENSELER *et al.* 2009, 303), descreve critérios para o R^2 . Modelos estimados com PLS cujo R^2 de 0.67, se considera substancial, de 0.33 é moderado e de 0.19 é fraco.

Também sinaliza aceitáveis R^2 moderadas, nos casos onde uma variável latente endógena é explicada por poucas, uma ou duas, variáveis latentes exógenas. Nos casos em que o número de variáveis latentes exógenas é maior, se esperam pelo menos valores de R^2 substanciais.

Como observado na estimação do modelo estrutural se realiza com regressões independentes. Uma correta escolha é a análise dos caminhos

sobre as pontuações das variáveis latentes, considerando simultaneamente todas as relações (VINZI; TRINCHERA *et al.*, 2010).

Os coeficientes de caminhos se interpretam como coeficientes padrões de regressão.

Uma validação empírica do modelo estrutural se obtém quando o valor dos coeficientes suportam as relações teóricas propostas entre as variáveis latentes.

Uma medida para determinar o tamanho do impacto, se obtém com o seguinte cálculo:

$$f^2 = \frac{R_{includido}^2 - R_{excluido}^2}{1 - R_{includido}^2} \quad (5.18)$$

Onde $R_{includido}^2$ é o R^2 obtido sobre a variável latente quando o preditor é usado e de maneira similar $R_{excluido}^2$ quando o preditor não é usado. Os critérios encontrados para ver se o preditor tem um efeito pequeno, mediano o grande no nível estrutural são 0.02, 0.15 e 0.35, respectivamente (COHEN, 1988; GÖTZ; LIEHR-GOBBERS *et al.*,2010).

5.4.3 Avaliação de precisão com métodos não paramétricos

A construção de intervalos de confiança para os parâmetros estimados com PLS, com o objetivo de fazer inferência estatística é possível com métodos não paramétricos como *Bootstrapping* e *Jack-knife*.

5.4.3.1 Bootstrapping

Este método de amostragem foi desenvolvido por B. Efron a finais dos 70's. Há dos tipos de *Bootstrapping*: 1) não paramétrico e 2) paramétrico (HALL e HOROWITZ, 2013; BARAFF; MCCORMICK *et al.*,2016).

No primeiro caso a técnica gera estimação da forma, extensão e sesgo da distribuição da mostra de uma estatística específica. *Bootstrap* trata a amostra observada como se ela representasse a população (HENSELER, 2014).

Geralmente se assume que a distribuição da amostra, tem a mesma forma básica que a distribuição da população (KLINE,2015)

O método consiste em obter N amostras aleatórias artificiais com n observações cada uma. O número de observações se sugere seja igual

ao número de observações na mostra original. Cada observação da amostra original é igualmente provável de ser escolhida na amostra artificial e pode estar repetida, devido a que a seleção se faz com substituição.

Erros padrões são geralmente estimados neste método, como o desvio padrão na distribuição da amostra empírica do mesmo estimador, através das amostras geradas (KLINE,2015).

Bootstrap permite provar a hipóteses:

$$H_0: w = 0$$

$$H_1: w \neq 0$$

Onde w representa o parâmetro estimado. Os graus de liberdade são $m+n-2$, m é o número de estimadores para w na mostra original, e n o número de estimadores Bootstrap para w .

(HENSELER e CHIN,2010) propõem usar o seguinte estatístico t , para

PLS:

$$t_{emp} = \frac{w}{se(w)} \quad (5.19)$$

Onde t_{emp} representa o valor empírico t

w - coeficiente de caminho original estimado em PLS

$se(w)$ - erro standard do coeficiente de sendeiro original, obtido com Bootstrap

As tabelas de distribuição *t-Student* proporcionam um valor crítico, para um nível de confiança determinado e seus respectivos grados de liberdade.

É recomendável obter, o intervalo de confiança dos parâmetros. Se o intervalo de confiança não inclui ao zero, então a hipótese nula é rejeitada. É preciso assinalar para poder realizar o Bootstrap não paramétrico, d é necessário contar com a totalidade da base de dados (que não esteja condensada na matriz de variância e covariâncias).

Para o Bootstrap paramétrico, é possível realizar a estimação com a informação condensada, já que as mostras aleatórias se obtêm a partir de a função de distribuição de probabilidade com parâmetros especificados pelo pesquisador.

Finalmente não mencionadas as opções disponíveis no software SmartPLS para o uso do sinal, o qual pode trocar arbitrariamente, no cálculo de pesos externos durante o processo de reamostragem. O anterior implica também que as cargas e a estimação dos coeficientes, na reamostragem, mostrem diferencias arbitrarias referentes a os obtidos na

mostra original. É necessário fazer comparações com os parâmetros de uma amostra a outra (TENENHAUS; VINZI *et al.*,2005). As opções disponíveis em SmartPLS são:

No sing changes: indica durante o processo de reamostragem não há compensação para nenhum tipo de mudança de sinal. Esta opção não se recomenda porque conduz a erros standard grandes e por tanto *rádios t* baixos.

Individual sign changes: para esta opção há mudanças no sinal de cada reamostragem consistente com os signos da mostra original. Este é um bom procedimento quando todos os sinais do mesmo bloque sejam iguais, ao nível da amostra original.

Construct level changes: aqui o vector de pesos de cada variável latente em cada reamostragem é comparado com o correspondente vector de pesos na amostra original.

A sinal dos pesos externos e o das cargas são cambiados se :

$$|\sum_h(L_{jh}^S - L_{jh}^R)| > |\sum_h(L_{jh}^S + L_{jh}^R)| \quad (5.20)$$

Onde L_{jh}^S é o peso estimado da h-ésima variável manifesta sobre a j-ésima variável latente da mostra original e L_{jh}^R é o peso estimado de a h-ésima variável manifesta sobre a j-ésima variável latente de uma mostra. Esta opção proporciona o mesmo resultado que a de Individual sign changes, quando os câmbios de signo das cargas ocorrem para todas as variáveis manifestas.

5.4.3.2 Jack-knife

Consiste em gerar n sub-amostragens da mostra original. Cada sub-amostragem consta de um elemento menos que a anterior, de maneira que se podem identificar observações que modificam drasticamente o resultado. Se faz análise estadístico de cada sub-amostragem, se calculam estimadores e se obtém intervalos de confiança robustos. Com os n resultados se estima a variabilidade do estimador (AFANADOR, TRAN *et al.*,2014; RINNAN, ANDERSSON *et al.*,2014).

Esta prova permite calcular as t de Student das cargas fatoriais e dos pesos.

5.4.3.3 Stone-Geisser's Q^2

A capacidade preditiva do modelo é outro elemento a considerar do modelo estrutural. A medida predominante para esta característica é Stone-Geisser's Q^2 (HALLAK e ASSAKER, 2016), o qual pode ser medido utilizando o procedimento *Blindfolding* proposto por Herman Wold (CARRIÓN, HENSELER *et al.*, 2016; HENSELER, HUBONA *et al.*, 2016).

Este critério se refere a que o modelo deve ter a capacidade de prever os indicadores reflexivos das variáveis latentes endógenas. Geisser sublinha que a predição das variáveis observáveis é mais relevante que a estimação dos parâmetros dos constructos (HALLAK e ASSAKER, 2016).

Se o valor na validação cruzada (CV), obtido do procedimento, de uma variável latente endógena é maior que zero (sobre todo a redundância em lugar da comunalidade) suas variáveis explicativas proporcionam relevância preditiva (HENSELER; HUBONA *et al.*, 2016).

A redundância, é um indicador exclusivo de as variáveis latentes endógenas que consiste em, determinar a capacidade do modelo para prever as variáveis manifestas das variáveis latentes que estão indiretamente conectadas. Seu cálculo está determinado como segue:

Realizando a regressão de a variável manifesta sobre sua variável latente estandardizada

$$x_{ij} = aY_j + b + erro \quad (5.21)$$

Fazendo a regressão de Y_j sobre suas variáveis latentes explicativas e deixando \hat{Y}_j para ser o estimador de Y_j

$$Redundância = \frac{var(a\hat{Y}_j + b)}{var(x_{in})} = \frac{a^2 var(\hat{Y}_j)}{var(x_{in})} \quad (5.22)$$

Ao igual que no tamanho do efeito f^2 mencionado anteriormente, o impacto relativo da relevância preditiva se pode avaliar com o q^2 . Os critérios são iguais que os descritos em f^2

$$q^2 = \frac{Q_{includido}^2 - Q_{excluido}^2}{1 - Q_{includido}^2} \quad (5.23)$$

5.4.3.4 Ajuste Global

Até o momento se tem apresentado indicadores de avaliação parcial. O enfoque baseado em covariâncias, conta com diversas propostas de indicadores de bondade de ajuste do modelo.

O enfoque de variâncias recentemente incorporou um critério de ajuste global, este critério,

O Goodness of Fit (*GoF*), foi proposto por Tenenhaus em 2004 (HENSELER e CHIN, 2010). Tal índice tem sido desenvolvido com o fim de levar em conta o rendimento do modelo, na medição e no modelo estrutural e por tanto proporciona uma medida única para a predição do rendimento global do modelo. Por esta razão o *GoF* é obtido com a média geométrica do índice de comunalidade médio e a média do valor R^2 (VINZI, TRINCHERA *et al.*, 2010).

Como o indicador incorpora a comunalidade média, é conceitualmente apropriado para modelos com indicadores reflexivos. No caso de modelos com indicadores formativos, a comunalidade pode ser calculada e interpretada, e nesse caso se espera comunalidades baixas e R^2 mais grandes em comparação com modelos com indicadores reflexivos. O *GoF* pode ser utilizado em modelo com indicadores formativos, para propósitos práticos, já que proporciona uma medida de ajuste sobre o modelo (VINZI, TRINCHERA *et al.*, 2010).

$$GoF = \sqrt{\overline{Com} \times \overline{R^2}} \quad (5.24)$$

Onde:

$$\overline{Com} = \frac{1}{\sum j: p_j > 1} \sum j: p_j > 1 p_j AVE \quad (5.25)$$

$$\overline{R^2} = \frac{\sum_{j=1}^J R^2(\xi_j; \xi_q; \xi_q \rightarrow \xi_j)}{J} \quad (5.26)$$

Com J igual ao total de as variáveis latentes endógenas.

PLS possui atualmente um indicador de ajuste global. Devido a que o objetivo de este enfoque é preditivo e não existe uma hipótese global acerca do modelo, não se tem indicadores de bondade de ajuste.

Outros elementos a considerar na avaliação do modelo estrutural são as R^2 das variáveis latentes endógenas, assim como a significância estatística dos coeficientes de sendeiros. Para o caso do software

SmartPLS, só tem incorporado a amostragem com bootstrap. O indicador de ajuste global GoF não está incorporado em SmartPLS.

5.5 CONCLUSÕES

Neste capítulo foram abordadas as características principais de ambos os enfoques, covariâncias e variâncias, assim como a operação do enfoque de variâncias.

Pode-se afirmar que nem todas as propriedades são exclusivas de um enfoque e menos ainda ne em todos os casos há opiniões convergentes entre os pesquisadores. Os pontos em os que se ha encontrado maior controvérsia sobre a robustez dos enfoques são: tamanho da mostra e precisão dos estimadores. O primeiro ponto se comentou com anterioridade e, sobre a precisão dos estimadores se fala o seguinte:

Existem estudos como o de (HSU; CHEN *et al.*,2006; HENSELER e CHIN, 2010), onde se sublinha que ainda com a violação do suposto distribucional, a estimação dos coeficientes obtidos pelo enfoque de covariâncias são mais precisos que os obtidos com PLS.

Outros estudos baseados em simulação, tal como Ringle, Wilson e Götz (HENSELER; HUBONA *et al.*,2016) concluem que em condições com dados normais, o enfoque de covariâncias proporciona estimadores iguaes o superiores em precisão e robustez que PLS, sem importar si o modelo de medida é formativo ou reflexivo. Porém quando alguma das premissas não se cumpre, tal como a distribuição dos dados ou o requerimento mínimo nas observações, os estimadores obtidos com PLS são mais robustos.

É claro que a teoria de SEM está em desenvolvimento como a maioria das disciplinas, e no é estranho encontrar opiniões divergentes, porém tem se encontrado que existem coincidências sobre os elementos que determinam a escolha de um e outro enfoque. Para terminar a exposição deste capítulo, é oferecido o diagrama de fluxo que mostra os elementos que determinam a eleição do método de estimação ou enfoque (HSU; CHEN *et al.*,2006).

Finalmente é pertinente destacar a complementariedade dos enfoques para a estimação de SEM. Tal como se sinalou este capítulo, quando a teoria é madura as estimações com ambos os métodos são similares. Não há dúvidas que a estimação com PLS possui vantagens sobre o enfoque de covariâncias sobre todo no tamanho da mostra, e na estimação de modelos complexos.

6 MODELO PARA MEDIR A IOL

Este capítulo descreve o desenvolvimento e aplicação de um modelo teórico destinado a elaboração do modelo de medição do grau de interoperabilidade logística (IOL), o modelo é concebido para permitir o entendimento das variáveis presentes no modelo, bem como os aspectos que caracterizam a performance das mesmas, possibilitando ainda a mensuração das relações entre elas.

6.1 ANÁLISE DOS MODELOS CONCEITUAIS

6.1.1 Conceitos iniciais

O modelo teórico é composto: a) Módulo Estrutural formado pelos **4** construtos (Variáveis Latentes) que representam os elementos do modelo estudado; b) Módulo de mensuração formado por **13** indicadores e **76** variáveis, destinadas à mensuração dos construtos (Variáveis Observáveis), conforme demonstrado no quadro 6.1.

Quadro 6.1 – Variáveis e indicadores do modelo conceitual

Variável Latente	Indicadores	Variáveis
Logística Inbound	ABS – Abastecimento	8
	NO - Nível de uso	3
	TR - Transporte interno	6
Logística Interna	SI – Sistemas	5
	SM – Simulação	4
	AZ – Armazenamento	6
	PR – Produção	7
Logística Outbound	DT - Distribuição	7
	OPL - Operador Logístico	5
	USO - Tipo de Uso	4
Estratégia	ESC - Estratégia com cliente	7
	ESF - Estratégia com Fornecedores	5
	ESCM - Estratégia com a cadeia de suprimentos	8

Fonte: Elaborado pelo Autor

As definições e os indicadores associados aos construtos teóricos dão origem a um instrumento de pesquisa, do tipo questionário (Apêndice A), que operacionaliza a coleta de dados sobre a interoperabilidade logística nas organizações, visando à validação do modelo teórico pelos procedimentos e métodos estatísticos descritos no capítulo 2.

O modelo da pesquisa especificado, foi analisado a partir da técnica de Modelagem de Equações Estruturais (MEE), do inglês, Structural Equation Model (SEM).

A Modelagem de Equações Estruturais é uma técnica multivariada que combina aspectos de regressão múltipla (examinando relações de dependência) e análise fatorial (representando conceitos não medidos – fatores – com múltiplas variáveis) para estimar uma série de relações de dependência inter-relacionadas simultaneamente (HAIR JR. *et al.*, 2006, p.468).

Trata-se de uma abordagem estatística abrangente para testar hipóteses envolvendo relações entre construtos observáveis e variáveis latentes (HOYLE, 1995, p.1).

MEE exige a definição de dois modelos, o modelo de mensuração e o modelo estrutural, que representam dois conjuntos de equações lineares (HENSELER; RINGLE; SINKOVICS, 2009, p.284).

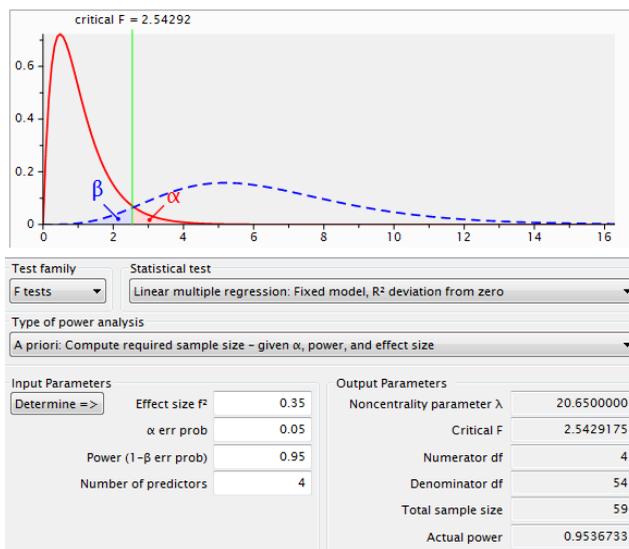
6.1.2 Tamanho da Amostra

O tamanho da amostra, ou seja, a quantidade de observações que deve compor a amostra, é determinado com base nas necessidades do modelo de equações estruturais (denominado Partial Least Squares - Structural Equation Modeling Model ou PLS-SEM), a ser utilizado nesta pesquisa para relacionar as variáveis e testar as hipóteses.

As relações entre os constructos que compõem o modelo PLS-SEM em questão serão estabelecidas através de uma equação de “regressão linear”. O tamanho da amostra será baseado na análise do poder estatístico da regressão linear, composta pela parte do modelo com o maior número de preditores (variáveis independentes) existentes (HAIR JUNIOR *et al.*, 2014, p. 20). No modelo proposto, há quatro preditores (Estratégia, Logística Interna, Logística Inbound, Logística Outbound).

Foi adotado o software G*Power (FAUL *et al.*, 2009), sugerido por Hair Jr. *et al.* (2016), para o cálculo do tamanho das amostras. A tela de entrada de dados para o cálculo é vista na Figura 6.1, abaixo, demonstrando a parametrização.

Figura 6.1 - Tela do software G*Power



Fonte: Elaborado pelo Autor com base no Software G*Power

6.2 MÓDULOS COMPONENTES DO MODELO PROPOSTO

Foi utilizado o modelo de equações estruturais, como ferramenta estatística, devido sua importante aderência ao entendimento das relações causais entre as variáveis. Para Hair *et al* (2006) a compreensão da sequência causal entre as variáveis pode explicar como alguma coisa determina um dado efeito, bem como para testar potencialmente uma teoria.

É uma técnica estatística para testar e estimar essas relações causais com base em dados estatísticos e pressupostos causais qualitativos (HAIR JR *et al*, 2016) e possibilitando, o teste simultâneo das inúmeras relações de dependência.

6.2.1 Outer Model (Módulo de mensuração)

O modelo de mensuração demonstra a relação entre a variável latente e as suas variáveis observáveis ou manifestas e o modelo estrutural especificam a relação entre os construtos não observáveis ou variáveis latentes (HENSELER; RINGLE; SINKOVICS, 2009, p.284).

Têm-se dois tipos de modelo de mensuração podem ser especificados, o modelo reflexivo e o modelo formativo, e esta definição deve estar embasada na teoria.

Na especificação do modelo de mensuração, uma decisão importante diz respeito à natureza reflexiva ou formativa dos construtos. Os construtos reflexivos descrevem variáveis latentes, que não são diretamente observáveis no ambiente de estudo, mas são manifestadas por meio das variáveis observadas (indicadores). Desta forma, a variável latente é vista como a causa da variância dos indicadores. Os construtos formativos, por sua vez, descrevem variáveis compostas, onde se espera que as variações nos indicadores causem as mudanças na variável composta. (BREI & LIBERALI NETO, 2006; PETTER, STRAUB, & RAI, 2007).

Esses dois tipos de modelo de mensuração podem ser visualizadas no Quadro 6.1. No modelo reflexivo, a direção de causalidade é do construto latente para os seus indicadores; é esperado que mudanças no construto latente se tornem manifestas nas variáveis observáveis (HENSELER; RINGLE; SINKOVICS, 2009, p.289). Nesse tipo de modelo a inter-relação entre os itens e, em decorrência a consistência interna, são relevantes para a mensuração da confiabilidade (NETMEYER; BEARDEN; SHARMA, 2003, p. 93).

No modelo de mensuração formativo o construto a causalidade é do indicador para o construto, e é definido como a combinação dos seus indicadores (HENSELER; RINGLE; SINKOVICS, 2009, p.289). Nesse caso, diferenças individuais nos indicadores espelham diferenças nos construtos. A variável latente é definida como uma pontuação ponderada dos indicadores, sendo que cada um deles representa uma dimensão independente (HENSELER; RINGLE; SINKOVICS, 2009, p. 289). Portanto, a definição de um construto como formativo não implica na necessidade de intercorrelação entre os seus indicadores, a necessidade de consistência interna não é um requisito, e os métodos de confiabilidade baseados na consistência interna não se aplicam (NETMEYER; BEARDEN; SHARMA, 2003, p. 93).

Quadro 6.2 - Diferenças entre os modelos formativo e reflexivo

Critério	Modelo Formativo	Modelo Reflexivo
Direção da Causalidade	Dos itens para o construto	Do construto para o itens

Critério	Modelo Formativo	Modelo Reflexivo
	Indicadores são características do construto	Indicadores são manifestações do construto
	Mudanças nos indicadores deveriam causar mudanças no construto	Mudanças nos indicadores não deveriam causar mudanças no construto
	Mudanças no construto não deveriam causar mudanças nos indicadores	Mudanças no construto deveriam causar mudanças nos indicadores
Intercambialidade dos indicadores	Indicadores não precisam ser intercambiáveis	Indicadores deveriam ser intercambiáveis
	Indicadores não precisam ter o mesmo ou similar conteúdo (não compartilhar um tema)	Indicadores deveriam ter o mesmo ou similar conteúdo (compartilhar um tema comum)
	Eliminando um indicador pode alterar o domínio conceitual do construto	Eliminando um indicador não altera o domínio conceitual do construto
Covariância entre os indicadores	Não é necessário que os indicadores tenham covariâncias entre si	E esperado que os indicadores se correlacionem
	A mudança em um indicador não, necessariamente, tem relação com a mudança nos demais indicadores	A mudança em um indicador está associada à mudança em outros indicadores
Rede nomológica dos indicadores	Pode diferir	Não deveria diferir
	Não é necessário que os indicadores tenham os mesmos	Indicadores devem ter os mesmos

Critério	Modelo Formativo	Modelo Reflexivo
	antecedentes e consequências	antecedentes e consequências
Consistência Interna	Não requerida	Requerida

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Jarvis et al (2003)

Jarvis, MacKenzie e Podsakoff (2003) reconhecem que há casos em que é difícil para o pesquisador, *a priori*, definir se um constructo aplicado em sua pesquisa é reflexivo ou formativo. Contudo, se isso ocorrer, pode ser que o constructo não foi definido corretamente e necessita de ajustes.

Ainda em Jarvis et al (2003), no modelo reflexivo, a direção de causalidade decorre do construto para seus indicadores. Ou seja, neste tipo, as mudanças no construto causam mudanças nos itens.

Porém no modelo formativo, é esperado que variações nos itens causem mudanças no construto ao qual eles estão vinculados.

O PLS permite a modelagem de variáveis multicolineares, reunidas como variáveis preditoras interdependentes de uma ou mais variáveis latentes, porém elas devem ser modeladas como indicadores reflexivos.

Caso a modelagem seja elaborada como indicadores formativos, poderão ocorrer problemas, pois não existe uma forma de avaliar a interdependência entre essas variáveis, causando instabilidade na estimação. E ainda, o PLS não permite a estimação de correlações indiretas, isto é, associações entre variáveis que não tem uma direção.

MEE inicia com a especificação de um modelo a ser estimado, o qual estabelece as relações entre as suas variáveis (HOYLE, 1995, p. 2). A representação gráfica dessas relações é realizada por meio do diagrama de caminhos, cujos elementos básicos são as setas e os construtos.

O modelo foi elaborado, com as variáveis latentes vinculadas às variáveis que foram desenvolvidas, com base no estudo bibliométrico. A análise confirmatória foi realizada com a finalidade de avaliar a validade dos construtos do modelo.

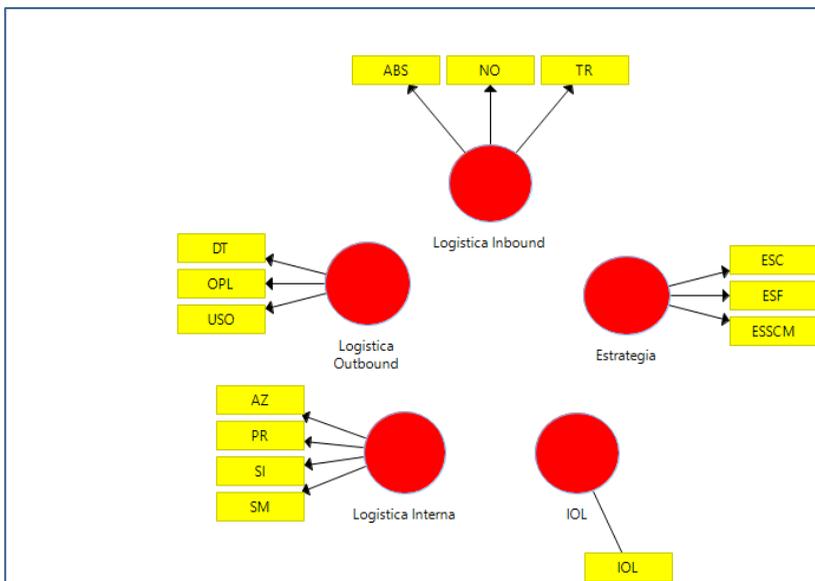
Abaixo o modelo de mensuração elaborado por meio do Software SmartPLS® 3.0, onde pode-se aferir que os variáveis observáveis ou mensurada (VO) com as suas respectivas conexões nos construtos.

Pode ser observado que os constructos ou VL estão em vermelho, porque faltam as ligações entre eles (criação dos modelos estruturais).

Note-se que a variável latente de 2ª. Ordem é a própria Interoperabilidade Logística, utilizada nesta modelagem como resultantes das cargas fatorias.

A figura 6.2 apresenta o modelo de mensuração com suas respectivas variáveis observadas.

Figura 6.2 - Modelo de mensuração com suas VO's.



Fonte: do Autor através do Algoritmo PLS gerado pelo SmartPLS® 3.0

Legenda: ABS- Abastecimento, NO-Nível Organizacional, TR-Transporte, DT-Distribuição, OPL – Operador Logístico, USO – Tipo de uso, AZ – Armazenagem, PR – Produção, SI – Sistemas, SM – Simulação, ESC – Estratégia com cliente, ESF – Estratégia com fornecedores e ESSCM – Estratégia na Cadeia de Suprimentos.

Vale ressaltar que as variáveis observadas são resultantes do estudo bibliométrico combinado com a legitimação dos especialistas, conforme método descrito no capítulo 2.

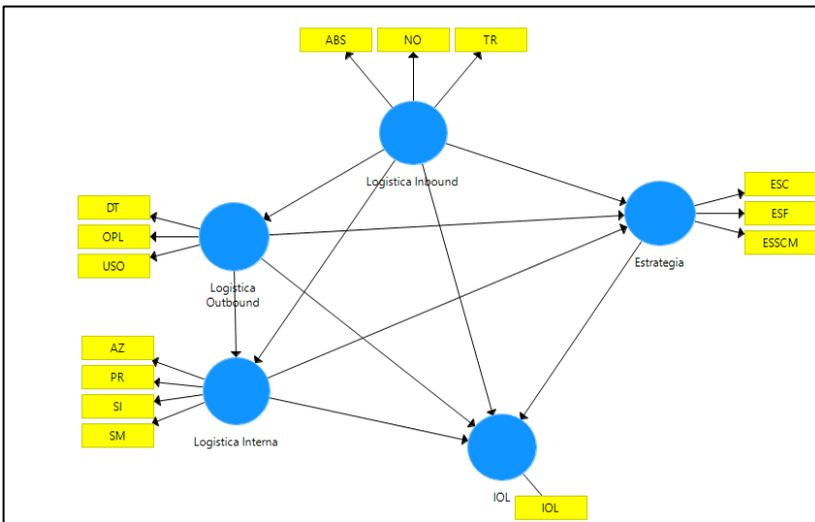
6.2.2 Inner Model (Módulo Estrutural)

Para criação do modelo estrutural foram “ligados” os constructos onde este processo foi repetido até fazer todas as ligações necessárias (figura 6.3 mostra o modelo MEE inicial completo).

O modelo estrutural define a relação entre as variáveis latentes exógenas e endógenas. Portanto, este modelo especifica quais variáveis latentes (exógenas) influenciam direta ou indiretamente mudanças nos valores da outra variável latente (endógena ou dependente) (HAIR *et al.*, 2017).

A partir deste momento é possível proceder as análises, e no caso desta modelagem a medição da IOL.

Figura 6.3 - Modelo estrutural com as VL´s e respectivas VO´s.



Fonte: do Autor através do Algoritmo PLS gerado pelo SmartPLS® 3.0

6.3 ALGORITMO PLS-PM

Entre os principais algoritmos para os modelos de Equações estruturais, destacam-se o algoritmo desenvolvido por Herman Wold Jöreskog e Wold (1982), Wold (1985) e o algoritmo de Lohmöller (LOHMÖLLER, 1987; LOHMÖLLER, 1989).

Na essência, o Algoritmo PLS é uma sequência de regressões em termos de estimativas de peso, obtidas visando satisfazer os pontos de convergência do modelo. No PLS-PM permite três esquemas de ponderação:

a) **centroid weighting scheme** – procedimento original de Wold, considera apenas os sinais das correlações entre as VL e suas vizinhas. Se a correlação entre duas VL é igual a + 0,3 o peso será igual a + 1. Ruim quando as correlações entre as VL são próximas de zero (pesos oscilam de +1 para -1). Não usá-lo quando houver VL de segunda ordem (CHIN; NEWSTED, 1999, p.327);

b) **factor weighting scheme** - Executa uma “semi” análise fatorial confirmatória, usando as correlações entre a VL focal e suas vizinhas como pesos (TENENHAUS *et al.*, 2005,p.170-171);

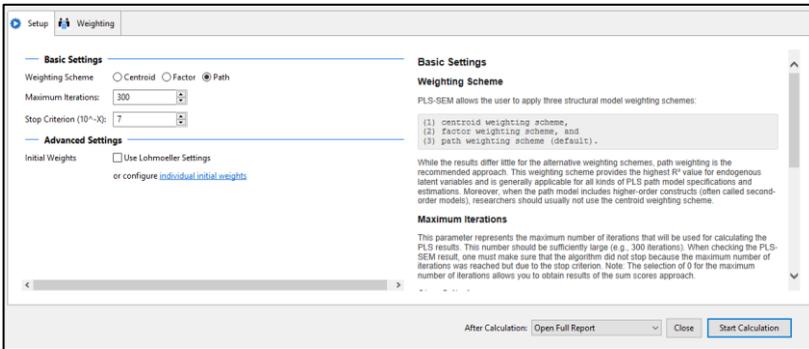
c) **path weighting scheme** - MEE desejado (relações entre VL são regressões), usa correlação ou regressão múltipla de modo que a VL possa ser prevista e possa ser uma efetiva preditora da VL subsequente.

Registre-se que é o único esquema, dos três citados, que considera a direcionalidade do modelo estrutural. todas as variáveis independentes que influenciam a VL em foco são ponderadas pelos coeficientes de regressão múltipla, enquanto todas as VL dependentes são ponderadas pelos coeficientes de correlação (CHIN; NEWSTED, 1999, p.318).

Os esquemas “*centroid*” e “*factor*” observa-se que em ambos os esquemas de ponderação são utilizadas apenas correlações entre as VL, por isso, o fator crítico para determinar o tamanho da amostra será a VL com maior quantidade de indicadores formativos (desconsidera-se o modelo estrutural) (CHIN; NEWSTED, 1999, p.327), daí sua não utilização nesta pesquisa.

Na ferramenta SmartPLS® estas opções são apresentadas na opção “*PLS Algorithm*” , onde nesta pesquisa utilizamos a opção “*Path*” para a estimação do modelo, conforme figura 6.4 abaixo.

Figura 6.4 - Tipos de estimação do Algoritmo PLS



Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

Segundo Wong (2013), o software SmartPLS® conclui a estimação no instante em que o critério para interrupção do algoritmo é alcançado, ou o número máximo de iterações é atingido.

Após o processamento do software, do algoritmo PLS, desenha um diagrama com o cálculo da MEE, com base no modelo pré-estabelecido conceitual.

6.4 ANÁLISE DO MODELO (AJUSTES)

A partir deste momento começam-se as análises do ajuste do modelo, que são executadas em dois momentos: Primeiro se avalia os modelos de mensuração e após os respectivos ajustes, se avalia o modelo de caminhos (HENSELER *et al.*, 2009; GÖTZ *et al.*, 2010).

6.4.1 Módulo de mensuração

Para avaliar o modelo de mensuração foi executada uma Análise Fatorial Confirmatória (AFC) que contemplou todas as variáveis latentes, as quais foram conectadas com cada uma. Foi utilizado o algoritmo acima descrito (seção 6.3).

6.4.1.1 Validade Convergente

O primeiro aspecto a ser observado dos modelos de mensuração são as Validades Convergentes, obtidas pelas observações das Variâncias

Médias Extraídas (Average Variance Extracted - AVEs). Foi utilizado o critério de Fornell e Larcker (HENSELER *et al.*, 2009), isto é, os valores das AVEs devem ser maiores que 0,50 ($AVE > 0,50$).

A AVE é a porção dos dados (nas respectivas variáveis) que é explicada por cada um dos constructos ou VL, relativamente aos seus conjuntos de variáveis ou quanto, em média, as variáveis se correlacionam positivamente com os seus respectivos constructos ou VL. Concluindo-se, portanto, quando as AVEs são maiores que 0,50, o modelo converge a um resultado satisfatório e tecnicamente aceito. (FORNELL e LARCKER, 1981).

Em última instância, a AVE é média das cargas fatoriais elevada ao quadrado, então visando elevar o valor da AVE deve-se eliminar as variáveis com cargas fatoriais (correlações) abaixo dos parâmetros pré-estabelecidos.

A partir do software SmartPLS® 3.0 foram gerados os testes da validade convergente dos construtos. A tabela 6.1 demonstra os resultados acima de 0,5, das VL de 1ª. Ordem.

Tabela 6.1 - Validade Convergente (cálculo do AVE)

Item	Strategy	Inbound Logistics	Outbound Logistics	Internal logistics
AVE	0.647	0.619	0.682	0.558

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

6.4.1.2 Consistência Interna e Confiabilidade composta

Após a observação da validade convergente, foram os valores da Consistência interna, o Alfa de Cronbach (Alpha) e Confiabilidade Composta (Dillon) (ρ - rho de Dillon Goldstein).

O indicador mais utilizado é o Alfa de Cronbach, que é baseado em inter-correlações das variáveis. A Dillon é mais adequada ao PLS-PM, pois prioriza as variáveis de acordo com as suas confiabilidades, por que o Alpha é mais sensível ao número de variáveis em cada constructo.

Nos dois casos são usados para se avaliar se a amostra não contempla vieses, ou ainda, se as respostas – em seu conjunto – são confiáveis.

Valores do Alpha acima de 0,60 e 0,70 são considerados adequados em pesquisas exploratórias e valores de 0,70 e 0,90 do Dillon

são considerados satisfatórios (HAIR *et al.*, 2014). A tabela 6.2 mostra que os valores são adequados.

Tabela 6.2 - Consistência Interna e Confiabilidade composta

Indicador	Strategy	Inbound Logistics	Outbound Logistics	Internal logistics
Dillon	0.846	0.829	0.865	0.835
Alpha	0.728	0.692	0.767	0.735

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

Legenda: Dillon – Confiabilidade composta (ρ - rho de Dillon Goldstein) e Alpha – Alpha de Cronbach

6.4.1.3 Validade Discriminante

A avaliação da validade discriminante do MEE, trata-se de como um indicador de que os constructos ou variáveis latentes são independentes um dos outros. (HAIR *et al.*, 2014).

Há duas formas de observação: 1) análise das cargas cruzadas (*Cross Loading*) - indicadores com cargas fatoriais mais altas nas suas respectivas VL (ou constructos) do que em outras (CHIN, 1998); e 2) o critério de Fornell e Larcker (1981) que compara as raízes quadradas dos valores das AVEs de cada constructo com as correlações (de Pearson) entre os constructos (ou variáveis latentes).

As raízes quadradas das AVEs devem ser maiores que as correlações entre os dos constructos.

Tabela 6.3 - Validade Discriminante – Nível de itens

Item	Strategy	IOL	Inbound Logistics	Outbound Logistics	Internal Logistics
ABS	0.556	0.695	0.819	0.559	0.710
NO	0.520	0.608	0.720	0.505	0.469
TR	0.689	0.764	0.816	0.665	0.660
DT	0.653	0.775	0.664	0.841	0.676

Item	Strategy	IOL	Inbound Logistics	Outbound Logistics	Internal Logistics
OPL	0.869	0.839	0.631	0.877	0.730
USO	0.506	0.650	0.528	0.754	0.567
ESC	0.809	0.732	0.669	0.585	0.635
ESF	0.869	0.839	0.631	0.877	0.730
ESSCM	0.732	0.629	0.513	0.503	0.495
AZ	0.556	0.695	0.819	0.559	0.710
PR	0.606	0.708	0.543	0.623	0.806
SI	0.589	0.673	0.476	0.620	0.761
SM	0.584	0.658	0.489	0.594	0.708

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

Legenda: ABS – Abastecimento, NO - Nível Organizacional, TR- Transporte, DT- Distribuição, OPL – Operador Logístico, USO – Tipo de uso, ESC – Estratégia de relacionamento com cliente, ESF – Estratégia com fornecedores, ESSCM – Estratégia de relacionamento com a cadeia de suprimento, SM – Simulação.

Pelos dados gerados, tabela 6.3, pode-se constatar que as cargas fatoriais das VO's nos constructos (VLs) originais são sempre maiores que em outros, via de regra o modelo tem validade discriminante pelo critério de Chin (1998).

As cargas fatoriais cruzadas são obtidas correlacionando os escores dos componentes de cada variável latente com todos os outros itens. Se o carregamento de cada indicador for maior para sua VL designada do que para qualquer das outras construções, e cada uma das cargas de construção é mais alta com seus próprios itens, pode-se inferir que os construtos diferem suficientemente umas das outras. (CHIN, 1998)

A validade discriminante entre as variáveis latentes mostra que a maioria dos valores diagonais é maior que a correlação entre as variáveis latentes. Os valores são apresentados na Tabela 6.4.

Tabela 6.4 – Validade Discriminante – Correlações entre VL

Latent Variable	Strategy	IOL	Inbound Logistics	Internal Logistics	Outbound Logistics
Strategy	0.804				
IOL	0.920	1			
Inbound Logistics	0.753	0.882	0.787		
Internal Logistics	0.782	0.917	0.785	0.747	
Outbound Logistics	0.837	0.920	0.738	0.802	0.826

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

*Valores das correlações entre VL e raízes quadradas dos valores das AVE's na diagonal principal.

6.4.2 Módulo estrutural

6.4.2.1 Coeficiente de determinação de Pearson (R^2)

A primeira análise é a avaliação dos coeficientes de determinação de Pearson (R^2), onde os R^2 avaliam a porção da variância das variáveis endógenas, que é explicada pelo modelo estrutural, no caso desta pesquisa a VL de 2ª ordem – IOL – é a variável endógena em análise.

Os resultados apontam para um elevado grau de ajuste e aderência quanto à explicação da variável endógena (IOL) perfazendo cerca de 98% (0.989), e que pelos critérios de Cohen (1988) apesar de voltados para estudos em ciências sociais, podemos balizá-los, a saber: Para $R^2=2\%$ seja classificado como efeito pequeno, $R^2=13\%$ como efeito médio e $R^2=26\%$ como efeito grande.

Tal classificação é utilizada do software G*Power com base em Buchner *et al.* (2006), e também sugerida por Chin (1988, p.317) no contexto de PLS-PM.

Henseler, Ringle e Sinkovics (2009, p.303) e Chin (1998) descrevem valores de R^2 de 0,67, 0,33 e 0,19 em PLS-PM como substancial, moderado e fraco, respectivamente.

Para as variáveis de 2ª ordem (Estratégia, Logística Interna, Logística *Inbound*, Logística *Outbound*) resultaram os seguintes valores respectivamente: 0,751; 0,637; 0,568 e 0,710.

6.4.2.2 Bootstrapping - reamostragem

Seguindo a análise do modelo estrutural e considerando que nosso estudo está relacionado com correlações e regressões lineares, foi avaliado se essas relações são significantes ($p \leq 0,05$), pois para os casos de correlação de estabelece a hipótese nula (H_0) como $r = 0$ e para os casos de regressão se estabelece com $H_0: \Gamma = 0$ (coeficiente de caminho = 0). Se $p > 0,05$ se aceitam as H_0 e deve-se repensar a inclusão de VL's ou VOs no MEE.

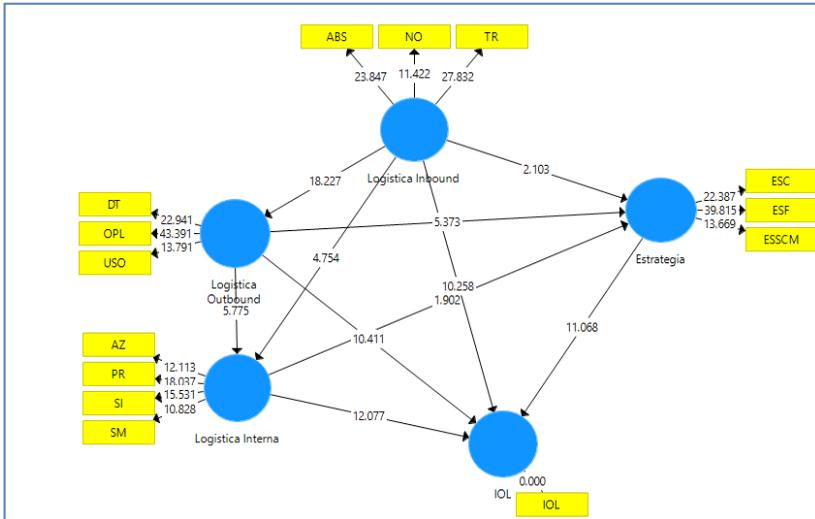
Para tanto, utilizou-se o software SmartPLS® 3, para calcular os testes t de *Student* entre os valores originais dos dados e aqueles obtidos pela técnica de reamostragem, para cada relação de correlação VO – VL e para cada relação VL – VL.

O referido software apresenta os valores do teste t e não os p-valores, portanto, foi considerado que para os graus de liberdade elevados, bem como os valores acima de 1,96 correspondem a p-valores $\leq 0,05$ (entre -1,96 e +1,96 corresponde à probabilidade de 95% e fora desse intervalo 5%, em uma distribuição normal).

Para testar a significância das referidas relações, utilizou-se o módulo “Bootstrapping” (técnica de reamostragem), onde foram utilizados os seguintes parâmetros de processamento, baseados em Hair et al. (2014):

- a) *Missing Value Algorithm*: Casewise Replacement;
- b) *Sign changes*: individual changes;
- c) *Cases*: 98 (número de respondentes da amostra);
- d) *Samples* : 500.

A figura 6.5 ilustra os passos utilizados no software SmartPLS® 3.0, no módulo de “Bootstrapping”

Figura 6.5 - MEE com os valores dos testes *t* de *Student* (Bootstrapping)

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

A tabela 6.5 demonstra os dados relativos ao procedimento, acima descrito, com 500 reamostragens, pertinentes aos valores do teste *t* de *Student*, valores de *p*.

Tabela 6.5 - Outer Loadings

Relações	Factor Loadings	Standard Error	Value- <i>t</i>	Value- <i>p</i>
ABS - Inbound Logistics	0.819	0.037	21.879	0.000
AZ - Internal Logistics	0.710	0.058	12.291	0.000
DT - Outbound Logistics	0.841	0.035	24.151	0.000
ESC - Strategy	0.809	0.036	22.717	0.000
ESSCM - Strategy	0.730	0.020	43.817	0.000
NO - Inbound Logistics	0.729	0.060	11.969	0.000
OPL - Outbound Logistics	0.877	0.021	41.900	0.000
PR -Internal Logistics	0.806	0.050	16.102	0.000

Relações	Factor Loadings	Standard Error	Value- <i>t</i>	Value- <i>p</i>
SI -Internal Logistics	0.761	0.048	15.701	0.000
SM - Internal Logistics	0.708	0.067	10.540	0.000
TR - Inbound Logistics	0.816	0.030	26.820	0.000
USO - Outbound Logistics	0.754	0.057	13.170	0.000

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

Legenda: ABS – Abastecimento, NO - Nível Organizacional, TR- Transporte, DT- Distribuição, OPL – Operador Logístico, USO – Tipo de uso, ESC – Estratégia de relacionamento com cliente, ESF – Estratégia com fornecedores, ESSCM – Estratégia de relacionamento com a cadeia de suprimento, SM – Simulação

6.4.2.3 Relevância ou Validade Preditiva (Q^2 Stone-Geisser)

A validade preditiva avalia quanto o modelo se aproxima do que era previsto para ele (ou a qualidade da predição do modelo ou acurácia do modelo ajustado).

Para Hair *et al.* (2014), como critério de avaliação devem ser obtidos valores maiores que zero. Um modelo perfeito teria $Q^2 = 1$ (mostra que o modelo reflete a realidade – sem erros). Os valores de Q^2 são obtidos pela leitura da redundância geral do modelo. A tabela 6.6 ilustra os valores da Validade Preditiva (Q^2) ou indicador de Stone-Geisser para os construtos.

Tabela 6.6 - Validade Preditiva (Q^2) ou indicador de Stone-Geisser

Indicador	Strategy	Inbound Logistics	Outbound Logistics	Internal logistics
Q^2	0.458	0.355	0.360	0.385

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

Nota: Valores referenciais de Stone-Geisser > 0

6.4.2.4 Tamanho do efeito (f^2) ou Indicador de Cohen

É obtido pela inclusão e exclusão de constructos do modelo (um a um). É avaliado quanto cada constructo é “útil” para o ajuste do modelo, com referencial de valores base de 0,02, 0,15 e 0,35 são considerados pequenos, médios e grandes, respectivamente (HAIR *et al.*, 2014).

Tabela 6.7 - Tamanho do efeito (f^2) ou Indicador de Cohen

Indicador	Strategy	Inbound Logistics	Outbound Logistics	Internal logistics
F^2	0.477	0.378	0.393	0.296

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

A interpretação da tabela 6.7 sugere que para os referidos valores de Q^2 e f^2 , indicam que o modelo tem acurácia e que os constructos são relevantes para o modelo.

6.4.2.5 Índice de adequação do modelo (GoF – Goodness of Fit)

Com vistas à avaliação do indicador de ajuste geral do modelo, considerando que todas os constructos são reflexivos, Tenenhuau et al. (2005) propuseram um índice de adequação do modelo (*GoF – Goodness of Fit*), onde é calculado pela média geométrica (raiz quadrada do produto de dois indicadores) entre o R^2 médio (adequação do modelo estrutural) e a média ponderada das AVE (adequação do modelo de mensuração).

Para Wetzels *et al.* (2009) sugerem o valor de 0,36 como adequado, para as áreas de ciências sociais e do comportamento, o resultado obtido foi de 0,402, que indica que o modelo tem o ajuste adequado.

6.4.2.6 Estudo dos Efeitos e IOL

A partir da reamostragem foi estimado os efeitos totais sobre a variável IOL e demais VL's, com base nos coeficientes estruturais.

Foram considerados os valores relativos aos efeitos totais sobre a IOL, conforme a tabela 6.8 abaixo, onde tais efeitos sugerem o

comportamento da organização e suas possíveis ações na melhoria do grau de interoperabilidade.

De acordo com o modelo proposto a grau de IOL é calculado a partir da média dos efeitos das logísticas e do efeito da estratégia, no qual totalizou 0,493 (vide expressão 6.1 abaixo).

$$IOL = [\Sigma(\text{Log Inb} + \text{Log Int} + \text{Log Out} + \text{Est}) / 4] \quad (6.1)$$

Tabela 6.8 - Efeitos Totais

Relações	Efeito
Estratégia -> IOL	0.288
Logística Inbound -> IOL	0.753
Logística Interna -> IOL	0.337
Logística Outbound -> IOL	0.592

Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

6.5 RESULTADOS DO MODELO APLICADO

Os resultados indicam um maior coeficiente estrutural da Logística *Outbound* (0.329) que de certa forma consigna cientificamente o que foi desenvolvido – via literatura e legitimação com os especialistas – quanto à fronteira externa da organização e suas respectivas operações internas, ou seja a interoperabilidade logística é impactada pela distribuição (DT), Operador Logístico (OPL) e a Usabilidade da interoperabilidade (USO).

É importante salientar a variável DT (Distribuição) que tratou das questões relativas à forma de recepção de pedidos, previsões, uso pela empresa de tecnologias com EDI, RFID e ECR, planejamento colaborativo e reabastecimento integrado, entrega pontual em diversos pontos do cliente, rotinas de monitoramento ao atendimento de clientes, além da forma de integração com a cadeia de suprimentos.

Quanto à usabilidade (Indicador USO) o modelo faz referência ao compartilhamento, interação, compatibilidade e colaboração entre ativos e fluxo de informações. Vale ressaltar que o coeficiente de Pearson (R^2) relativamente à Logística *Outbound* perfez 0.710.

Da mesma forma podemos citar o construto “Estratégia” com os suas respectivas relações com os demais construtos, onde visualiza-se um elevado grau de impacto em todas as demais variáveis, onde as suas variáveis manifestas (ESC – Estratégia de relacionamento com cliente, ESF – Estratégia com fornecedores, ESSCM – Estratégia de relacionamento com a cadeia de suprimento) possuem cargas fatoriais extremamente satisfatórias (0.805, 0.870 e 0.732 respectivamente).

No caso específico da ESF tem-se a percepção da importância de aspectos relativos a: uso do JIT pelo fornecedor, melhoria na taxa de entrega, sua localização, respostas rápidas às contingências operacionais, diferenças tributárias e rápida comunicação quanto à perdas.

Os resultados apontam para a importância da IOL para a necessidade de percepção gerencial para a construção da Estratégia e seus impactos no modelo, direta ou indiretamente, de medição da IOL. Um fato relevante quanto à esse construto é que o indicador ESSCM – Estratégia de relacionamento com a cadeia de suprimento – foi o de menor carga (0.732) do construto, ou seja o relacionamento com clientes e fornecedores tem o maior impacto na IOL.

Vale o registro da baixa carga relativa entre a Logística *Inbound* e IOL que é explicada pela sua relação anterior definida com a Logística Interna, limitando seu impacto direto na IOL.

Foi observado, ainda, que a maior carga fatorial (0.877) está situada no indicador OPL (Operador Logístico) que está relacionado:

- a) Com a integração das atividades através da cadeia de suprimentos;
- b) Coleta, checagem e o compartilhamento de informações;
- c) Nível de serviço ao cliente;
- d) Informação e comunicação compatível na SCM.
- e) Localização do Operador.

A menor carga medida do modelo foi da variável SM - Simulação que por sua vez ratifica o que foi encontrado na literatura, ou seja o caráter mais sistêmico de suas funções indiretamente relacionadas com a logística.

Finalmente podemos definir 3 (três) eixos conclusivos quanto ao modelo de medição: 1) Relacionado à sua validade e aderência conceitual; 2) Consistência e confiabilidade Interna; e 3) Adequação do Modelo.

6.5.1 Eixos conclusivos

Quanto à validade e aderência conceitual estão claramente demonstradas nos valores da validade discriminante onde as variáveis latentes são independentes um dos outros, onde foi observada a análise das cargas cruzadas (*cross loading*), onde as cargas de suas VL são maiores que de outras, como também o critério de Fornell e Larcker.

O quadro 6.3 demonstra os critérios previamente analisados e que foram substanciais e decisivos para a validade do modelo.

Quadro 6.3 - Critérios de análise do eixo conclusivo I

Indicador	Propósito	Critérios	Referências
AVE – Average Variance Extracted	Validade Convergente	AVE > 0.50	HENSELER <i>et al.</i> (2009)
Cargas Cruzadas	Validade discriminante	Valores das cargas maiores nas VL's originais do que em outras	CHIN (1998)
Critério de Fornell e Larcker	Validade discriminante	Comparação entre as raízes quadradas dos valores das AVE de cada constructo com as correlações (de Pearson) entre os constructos. As raízes quadradas das AVEs devem ser maiores que as correlações dos constructos	FORNELL e LARCKER (1981)

Fonte: Elaborado pelo autor

Quanto à consistência interna e confiabilidade composta observou-se que os valores acima do Alpha de Cronbach (Alpha) e Confiabilidade Composta (Dillon), onde os resultados demonstraram que a amostra não contemplou vieses, com os indicadores já demonstrados pela tabela 6.2 .

Quadro 6.4 - Critérios de análise do eixo conclusivo II

Indicador	Propósito	Critérios	Referências
Alfa de Cronbach	Consistência	Alpha > 0,70	HAIR et al. (2014)
ρ - rho de Dillon Goldstein	Confiabilidade	Dillon > 0,70	

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda: Alpha – Alpha de Cronbach; Dillon – Confiabilidade composta

No último eixo conclusivo que trata-se da adequação do modelo foram avaliados alguns critérios importantes do modelo estrutural, inclusive contemplando reamostragem (*Bootstrapping*), pertinentes aos valores do teste t de *Student*, valores de p, *GoF* dentre outros indicadores.

Quadro 6.5 - Critérios de análise do eixo conclusivo III

Indicador	Propósito	Critérios	Referências
Teste <i>t</i> de Student	Avaliação das significâncias das correlações e regressões	$t \geq 1,96$	HAIR et al. (2014)
Avaliação dos Coeficientes de Determinação de Pearson (R^2)	Avaliam a porção da variância das variáveis endógenas, que é explicada pelo modelo estrutural.	Para a área de ciências sociais e comportamentais, $R^2=2\%$ seja classificado como efeito pequeno, $R^2=13\%$ como efeito médio e $R^2=26\%$ como efeito grande.	COHEN (1988)

Tamanho do efeito (f^2) ou Indicador de Cohen	Avalia-se quanto cada constructo é “útil” para o ajuste do modelo	Valores de 0,02, 0,15 e 0,35 são considerados pequenos, médios e grandes.	HAIR et al. (2014)
Validade Preditiva (Q^2) ou indicador de Stone-Geisser	Avalia a acurácia do modelo ajustado	$Q^2 > 0$	HAIR et al. (2014)
GoF	Avaliação das relações causais	GoF > 0,36	TENENHAUS et al. (2005)

Fonte: Elaborado pelo autor

6.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

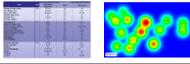
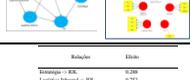
Este capítulo demonstrou o desenvolvimento do modelo conceitual, para a medição da IOL com base na modelagem das equações estruturais, na qual foi apresentado o modelo de mensuração (Outer Model) e estrutural (Inner Model).

Este modelo de medição do grau de interoperabilidade propicia ao gestor informações sobre sua logística, níveis organizacionais, fornecedores, clientes e sua cadeia de suprimentos, evidenciadas nas cargas fatorias dos indicadores (VO) ou dos coeficientes estruturais (VL).

A objetividade do modelo facilita seu uso no âmbito empresarial e suas informações podem ser usadas pela organização para a melhoria das causalidades existentes, amparadas uma ferramenta estruturada com suas validações, consistências e confiabilidades.

A figura 6.6 demonstra o resumo da execução da pesquisa visando melhor entendimento das fases da pesquisa, bem como seus resultados.

Figura 6.6 – Resumo das fases da pesquisa e seus resultados

Fluxo	Tarefas	Ferramentas empregadas	Ações
1	Definição do conceito de IOL		Varredura na literatura e análise bibliométrica
2	Desenvolvimento dos construtos		Varredura na literatura e 25 especialistas (do total de 32 que retornaram) de 11 empresas do PIM
3	Definição das variáveis e indicadores	<p>1.2. Estratégias de implementação com Ferramentas: ISM - 1. Produção de gráficos 3D ISM - 2. Busca por melhores práticas de negócios ISM - 3. Diagrama de fluxo ISM - 4. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 5. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 6. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 7. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 8. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 9. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 10. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 11. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 12. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 13. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 14. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 15. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 16. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 17. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 18. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 19. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 20. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 21. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 22. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 23. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 24. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 25. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 26. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 27. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 28. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 29. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 30. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 31. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 32. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 33. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 34. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 35. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 36. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 37. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 38. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 39. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 40. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 41. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 42. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 43. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 44. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 45. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 46. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 47. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 48. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 49. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 50. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 51. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 52. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 53. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 54. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 55. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 56. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 57. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 58. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 59. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 60. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 61. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 62. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 63. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 64. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 65. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 66. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 67. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 68. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 69. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 70. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 71. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 72. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 73. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 74. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 75. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 76. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 77. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 78. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 79. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 80. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 81. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 82. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 83. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 84. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 85. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 86. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 87. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 88. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 89. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 90. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 91. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 92. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 93. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 94. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 95. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 96. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 97. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 98. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 99. Diagrama de fluxo de trabalho ISM - 100. Diagrama de fluxo de trabalho</p>	Reunião de consolidação com os especialistas
4	Criação do Modelo Conceitual de Medição da IOL		4 construtos, 13 indicadores e 76 variáveis
5	Aplicação do Modelo de medição em empresa industrial do PIM		Uso do Algoritmo PLS-PM, Definição da Amostra, 130 questionários enviados, porém somente 112 retornaram, onde 98 foram considerados.
6	Validação Módulos Estrutural e Mensuração do Modelo		Validade convergente, discriminante, Confiabilidade interna e composta, Coeficiente de Pearson, Validade preditiva, Tamanho do Efeito, GoF
7	Identificando o valor da IOL		Estudo dos Efeitos e Cálculo da IOL

Fonte: Elaborado pelo autor

7 CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES FUTURAS

Este capítulo descreve as conclusões finais da presente pesquisa, contemplando as principais implicações e contribuições acadêmicas resultante da aplicação do modelo (capítulo 6), bem como as sugestões para o aprofundamento e possibilidades de futuras pesquisas.

7.1 CONCLUSÕES GERAIS

7.1.1 Resultados da aplicação do Modelo de medição da IOL

O objetivo principal desta tese é o desenvolvimento de um modelo de medição da interoperabilidade logística (IOL), que no caso específico foi baseado no modelo de equações estruturais.

Para tanto, foi realizada uma revisão bibliométrica que serviu de base para a formulação das variáveis determinantes da IOL (construtos exógenos) denominados: logística interna, logística *inbound*, logística *outbound* e estratégia e variável endógena, a própria Interoperabilidade Logística.

Esses construtos foram compostos a partir das informações pertinentes da revisão de literatura e legitimação com especialistas, de acordo com o capítulo 2 deste trabalho, propiciando a montagem do modelo conceitual base, bem como a definição dos 13 indicadores ou variáveis manifestas.

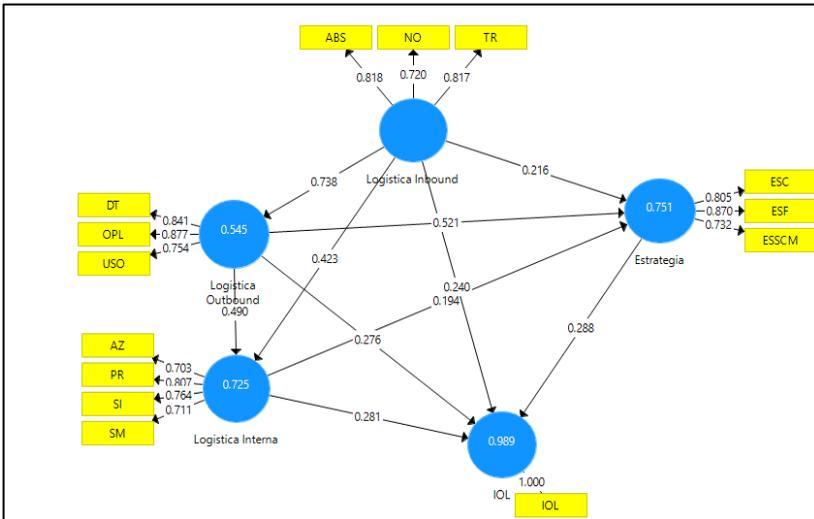
A técnica dos Mínimos Quadrados Parciais (*Partial Least Square Path Modeling – PLS-PM*) foi adotada de estimação dos parâmetros das equações estruturais, utilizando-se o software SmartPLS®.

A partir dos testes realizados do modelo de mensuração (validade convergente, validade discriminante, Consistência Interna e Confiabilidade composta) e do modelo estrutural (Coeficiente de determinação de Pearson, *Bootstrapping*, Relevância ou Validade Preditiva, Tamanho do efeito, Índice de adequação do modelo), pode-se observar o impacto dos construtos e suas respectivas cargas fatoriais, na medição da IOL.

A figura 7.1 demonstra o modelo completo contemplando os módulos estrutural e mensuração, com suas respectivas cargas das variáveis latentes e seus indicadores, com suas referidas validades e sobretudo a avaliação do coeficiente de determinação de Pearson (R^2), onde os R^2 avaliam a porção da variância das variáveis endógenas, que é explicada pelo modelo estrutural, e nesta pesquisa perfez 98% (0.989).

Tanto para os critérios de Cohen (1998), Henseler, Ringle e Sinkovics (2009, p.303) ou Chin (1998) as cargas apresentadas são classificadas como substanciais ou moderadas.

Figura 7.1 - Modelo completo (Módulo Estrutural e Mensuração)



Fonte: Elaborado pelo autor gerado pelo SmartPLS® 3.0

7.1.2 Cumprimento dos objetivos da tese

Esta seção demonstra a execução do trabalho, por meio do cumprimento de seus objetivos específicos com resultante no objetivo principal – o desenvolvimento do modelo de medição da IOL.

Foram relacionados, abaixo, os objetivos específicos e seus respectivos resultados desenvolvidos nesta tese, a saber:

Objetivo específico 1 – Investigar e estabelecer o conceito de IOL, a partir do portfólio desenvolvido (capítulo 2 e 4) foi demonstrado o conceito de interoperabilidade logística;

Objetivo específico 2 – Desenvolver o modelo conceitual de medição, a partir do portfólio e consulta a especialistas, Foram desenvolvidos os elementos componentes do modelo de Medição da IOL, contemplando: 4 construtos, 13 indicadores e 76 variáveis.

Objetivo específico 3 – Desenvolver a ferramenta de medição da IOL, que se deu a partir da utilização de ferramenta matemática (Modelo de equações estruturais- PLS-PM), contemplando os submodelos estrutural e mensuração (Vide Figura 6.2 e 6.3);

Objetivo específico 4 – Aplicação do modelo em empresa industrial no PIM, que deu na aplicação do modelo de medição na empresa situada no Pólo Industrial de Manaus (Apêndice B), permitindo a visualização da aderência e validação do modelo (capítulo 6).

7.2 ASPECTOS DA APLICABILIDADE DO MODELO

A partir da leitura da IOL, a organização pode atuar diretamente em cada variável, visando buscar melhorias. A exemplo da “Logística Interna” e o indicador “Produção” e suas 7 variáveis (PR_1;PR_2;PR_3;PR_4;PR_5;PR_6;PR_7). A figura 7.2 ilustra esta possível leitura, para a melhor tomada de decisão gerencial, visando o ajuste da operação.

Figura 7.2 – Leitura para a aplicabilidade gerencial do modelo

Efeito	Construto - VL	Indicador	Variáveis
0,337	LOGÍSTICA INTERNA	Produção	(PR_1) O compartilhamento de informações da produção com outras áreas da empresa
			(PR_2) Produção Just-in-time
			(PR_3) O fluxo de informação é utilizado entre produção e outros sistemas
			(PR_4) Critérios de garantia da qualidade para insumos para a produção
			(PR_5) O PCP é considerado junto com a manufatura como estratégico para a companhia; e trabalhando com: Plano de Produção ou Plano Mestre de Produção e Programação de Produção
			(PR_6) O PCP tem um fluxo de informação que interage com outras áreas e setores: capacidade de produção, tecnologia, recursos humanos, qualidade. Engenharia, marketing, manutenção, logística e desenvolvimento
			(PR_7) O PCP - controla a análise do custo padrão de ordens abertas e há rotinas de encerramentos de ordens no mês de abertura e tem indicador OEE

Fonte: Elaborado pelo autor

Os indicadores e variáveis do Modelo de Medição, desenvolvidos nesta pesquisa, permitem o entendimento da logística, quanto à responsividade, barreiras e melhorias dos fluxos logísticos.

A partir da identificação de variável com carga fatorial, abaixo do padrão, alerta e subsidia a gestão para uma tomada de decisão mais precisa.

7.3 IMPLICAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICO-ACADÊMICAS

A presente pesquisa traz consigo a relevante contribuição quanto à construção do conceito de Interoperabilidade Logística (IOL), orientada para o compartilhamento, interação, compatibilização e colaboração entre ativos e fluxos de informação, com abrangências em todos os níveis organizacionais (Estratégico, Tático e Operacional).

Um outro ponto relevante é que a pesquisa preencheu uma lacuna identificada na literatura quanto ao uso da interoperabilidade na logística (diretamente), já que as revisões e análises bibliométricas mostraram que, de um lado a interoperabilidade utilizada no contexto tecnológico e de outro aspecto tangenciais à logística e seus componentes (indiretamente).

Uma questão científica relevante é a utilização do modelo de equações estruturais utilizando técnica dos Mínimos Quadrados Parciais (Partial Least Square Path Modeling – PLS-PM), tal técnica possibilitou um desempenho.

A observação do módulo estrutural permite a visualização da importância de cada variável latente (4 construtos) quanto ao desenvolvimento da interoperabilidade logística (IOL) da empresa.

7.3.1 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

O modelo criado e testado foi utilizado o modelo reflexivo (Mode A), para todos os construtos, onde os comportamentos observados de um traço latente, se o construto varia, todos os indicadores variam (CHIN, 2000; JARVIS *et al*, 2003), embora talvez demande um ajuste nas variáveis latentes, mas a possibilidade de futuros estudos estariam circunscritos no uso de indicadores formativos (Mode B), embora registre-se as limitações deste tipo (DEVELLIS, 2003; JARVIS *et al*. 2003).

Uma outra possibilidade de estudo abrangeria a inserção de mais variáveis manifestas ou indicadores nos construtos, apesar das limitações teóricas e conceituais, que trariam uma nova análise das cargas fatoriais, deixando claro a necessidade de amparo na literatura, sobretudo no caso de variáveis relacionadas à gestão.

REFERÊNCIAS

AFANADOR, N.; TRAN, T.; BUYDENS, L. An assessment of the jackknife and bootstrap procedures on uncertainty estimation in the variable importance in the projection metric. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 137, p. 162-172, 2014. ISSN 0169-7439.

AGOSTINHO, C. et al. Towards a sustainable interoperability in networked enterprise information systems: Trends of knowledge and model-driven technology. **Computers in Industry**, 2016. ISSN 0166-3615. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361515300191>

AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J.; MINTZBERG, H. **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. Porto Alegre: : Bookman, 2000.

ALDÁS-MANZANO, J. **Confirmatory Tetrad Analysis as a tool to decide between the formative/reflective nature of constructs in marketing and management research**. The Routledge Companion to the Future of Marketing, p. 348, 2014. ISSN 1136242864.

AL-MASHARI, M.; AL-MUDIMIGH, A.; ZAIRI, M. Enterprise resource planning: A taxonomy of critical factors. **European journal of operational research**, v. 146, n. 2, p. 352-364, 2003. ISSN 0377-2217.

ALOR-HERNÁNDEZ, G. et al. BROSEMWEB: A brokerage service for e-Procurement using Semantic Web Technologies. **Computers in Industry**, v. 65, n. 5, p. 828-840, 6// 2014. ISSN 0166-3615. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361513002492> >.

AMARATUNGA, Dilanthi et al. **Quantitative and qualitative research in the built environment: application of “mixed” research approach**. Work study, v. 51, n. 1, p. 17-31, 2002.

AMBROSINO, D.; SCIOMACHEN, A. **A two step procedure for integrated inventory—supply chain management information systems**.

In: (Ed.). *Organizational innovation and change*: Springer, 2016. p.189-201.

ANAND, N. et al. **GenCLOn**: An ontology for city logistics. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 15, p. 11944-11960, // 2012. ISSN 09574174 (ISSN). Disponível em: <
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84863114036&partnerID=40&md5=c45015248a88756c67a90c571715b0d5> >.

ARMS, W. A. et al. **A spectrum of interoperability, the site for science prototype for the nsdl**. *D-Lib magazine*; 2002 (8) 1, 2002. ISSN 1082-9873.

ARSHINDER, K.; KANDA, A.; DESHMUKH, S. **A review on supply chain coordination**: Coordination mechanisms, managing uncertainty and research directions. In: (Ed.). *Supply chain coordination under uncertainty*: Springer, 2011. p.39-82.

AZEVEDO, S. G.; CARVALHO, H. Contribution of RFID technology to better management of fashion supply chains. **International Journal of Retail and Distribution Management**, v. 40, n. 2, p. 128-156, // 2012. ISSN 09590552 (ISSN). Disponível em: <
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84856384013&partnerID=40&md5=cb1d299f9508f099e41c3b9ab3fc7c37>

BAGOZZI, R. P.; YI, Y. On the evaluation of structural equation models. **Journal of the academy of marketing science**, v. 16, n. 1, p. 74-94, 1988. ISSN 0092-0703.

BAILEY, K.; FRANCIS, M. Managing information flows for improved value chain performance. **International Journal of Production Economics**, v. 111, n. 1, p. 2-12, 2008. ISSN 0925-5273.

BAKER, P.; CANESSA, M. Warehouse design: A structured approach. **European Journal of Operational Research**, v. 193, n. 2, p. 425-436, 2009. ISSN 0377-2217.

BALLANTYNE, E. E.; LINDHOLM, M.; WHITEING, A. A comparative study of urban freight transport planning: addressing

stakeholder needs. **Journal of transport geography**, v. 32, p. 93-101, 2013. ISSN 0966-6923.

BALLOU, R. H. Business Logistics/Supply Chain Management, 5/E (With Cd). **Pearson Education India**, 2007a. ISBN 8131705846.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**:- Logística Empresarial. Bookman Editora, 2009. ISBN 8560031464.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Atlas, 1993. ISBN 8522408742.

BALLOU, R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. **European Business Review**, v. 19, n. 4, p. 332-348, 2007b. ISSN 0955-534X.

BARAFF, A. J.; MCCORMICK, T. H.; RAFTERY, A. E. **Estimating uncertainty in respondent-driven sampling using a tree bootstrap method**. Proceedings of the National Academy of Sciences, p. 201617258, 2016. ISSN 0027-8424.

BARCLAY, D.; HIGGINS, C.; THOMPSON, R. The partial least squares (PLS) approach to causal modeling: Personal computer adoption and use as an illustration. **Technology studies**, v. 2, n. 2, p. 285-309, 1995.

BARRATT, M.; OKE, A. Antecedents of supply chain visibility in retail supply chains: a resource-based theory perspective. **Journal of operations management**, v. 25, n. 6, p. 1217-1233, 2007. ISSN 0272-6963.

BASK, A. H. Relationships among tpl providers and members of supply chains—a strategic perspective. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 16, n. 6, p. 470-486, 2001. ISSN 0885-8624.

BECKSTEAD, R. W. International logistics cooperation: The us-uk experience. **The Korean Journal of Defense Analysis**, v. 6, n. 1, p. 41-55, 1994. ISSN 1016-3271.

BEHESHTI, R.; DADO, E.; VAN DE RUITENBEEK, M. The feasibility of developing a new document-oriented concept for BC eWork environments. **International Journal of Design Sciences and**

Technology, v. 17, n. 1, p. 39-55, // 2010. ISSN 16307267 (ISSN).
Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78751676253&partnerID=40&md5=6d777a2bddb1f5c06b1ac10a95bbd089> >.

BERRE, A.-J. et al. **Model driven service interoperability through use of semantic annotations. Interoperability for Enterprise Software and Applications China**, 2009. IESA'09. International Conference on, 2009, IEEE. p.90-96.

BEULLENS, P.; JANSSENS, G. K. Adapting inventory models for handling various payment structures using net present value equivalence analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 157, p. 190-200, 2014. ISSN 0925-5273.

BISHR, Y. Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability. **International journal of geographical information science**, v. 12, n. 4, p. 299-314, 1998. ISSN 1365-8816.

BLANC, S.; DUCQ, Y.; VALLESPER, B. Evolution management towards interoperable supply chains using performance measurement. **Computers in Industry**, v. 58, n. 7, p. 720-732, 9// 2007. ISSN 0166-3615.
Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361507000760>

BLATTERT, C. et al. Improving the interoperability of forest enterprise resource planning systems with standards. **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen**, v. 163, n. 2, p. 57-65, 2012. ISSN 00367818 (ISSN).
Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84860767363&partnerID=40&md5=600dd6d9bec29df2f7a9eaadba1d2f88> >.

BOLLEN, K. A.; LONG, J. S. **Testing structural equation models**. Sage, 1993. ISBN 0803945078.

BOURLAKIS, M.; BOURLAKIS, C. Integrating logistics and information technology strategies for sustainable competitive advantage. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 19, n. 4, p. 389-402, 2006. ISSN 1741-0398.

BOWERSOX, D. J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH Editora, 2013. ISBN 8580553180.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; STANK, T. P. **21st century logistics: making supply chain integration a reality**. 1999. ISBN 0965865320.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D.; COOPER, M. B. **Supply Chain Logistics Management**. 4th ed. Columbus, USA: McGraw-Hill, 2012. 496.

BOYSON, S.; CORSI, T.; VERBRAECK, A. The e-supply chain portal: a core business model. *Transportation Research Part E: **Logistics and Transportation Review***, v. 39, n. 2, p. 175-192, 2003. ISSN 1366-5545.

BOZA, A. et al. The interoperability force in the ERP field. **Enterprise Information Systems**, v. 9, n. 3, p. 257-278, 2015. ISSN 1751-7575.

BOŽIĆ, D.; STANKOVIĆ, R.; ROGIĆ, K. Possibility of applying business process management methodology in logistic processes optimization. **PROMET-Traffic&Transportation**, v. 26, n. 6, p. 507-516, 2014. ISSN 0353-5320.

BRAMBERT, D. **Swimming in the channel**. *Advanced Imaging*, v. 21, n. 9, p. 16-18, // 2006. ISSN 10420711 (ISSN). Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33750882955&partnerID=40&md5=cd0bf777a3638b00f217ddc89aead86b>>.

BRAR, G. S.; SAINI, G. **Milk run logistics: literature review and directions**. *Proceedings of the world congress on engineering*, 2011. p.6-8.

BRIM, C. **Logistics Transformation: Next Steps to Interoperability and Alignment**. Lexington Institute, 2005.

BROWN, T. A. **Confirmatory factor analysis for applied research**. Guilford Publications, 2014. ISBN 1462517811.

BRUNNERMEIER, S. B.; MARTIN, S. A. Interoperability costs in the us automotive supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 7, n. 2, p. 71-82, 2002. ISSN 1359-8546.

BRUZZONE, A. et al. Logistics node simulator as an enabler for supply chain development: Innovative portainer simulator as the assessment tool for human factors in port cranes. **Simulation**, v. 87, n. 10, p. 857-874, 2011. ISSN 00375497 (ISSN). Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80053557331&partnerID=40&md5=44717a40c83f431ea444b7ebe03383c2>>

BRUZZONE, A. G. et al. Agent directed hla simulation for complex supply chain modeling. **Simulation**, v. 81, n. 9, p. 647-655, 2005. ISSN 0037-5497.

BURANARACH, M. **A framework for the organization and discovery of information resources in a www environment using association, classification and deduction**. 2005. University of Pittsburgh

BÜYÜKÖZKAN, G.; FEYZIOĞLU, O.; NEBOL, E. Selection of the strategic alliance partner in logistics value chain. **International Journal of Production Economics**, v. 113, n. 1, p. 148-158, 2008. ISSN 0925-5273.

BYRNE, B. M. **Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming**. Routledge, 2016. ISBN 131763313X.

BYRNE, B. M. **Structural equation modeling with EQS: Basic concepts, applications, and programming**. Routledge, 2013. ISBN 1135809607.

CAMARA, M. S. et al. **Interoperability improvement in inter-enterprises collaboration: A software engineering approach**. In: (Ed.). Enterprise interoperability vi: Springer, 2014. p.201-211.

CAMPOS, C. et al. Maturity model for interoperability potential measurement. **Information systems management**, v. 30, n. 3, p. 218-234, 2013. ISSN 1058-0530.

CAO, M.; ZHANG, Q. Supply chain collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 3, p. 163-180, 2011. ISSN 0272-6963.

CARRANZA, O.; SABRIA, F. **Mejores prácticas logísticas en latino américa**. Thomson Learning, 2004.

CARRIÓN, G. C. et al. Prediction-oriented modeling in business research by means of PLS path modeling: introduction to a JBR special section. **Journal of business research**, v. 69, n. 10, p. 4545-4551, 2016. ISSN 0148-2963.

CARSON, S. **The road to interoperability**. Army logistician, v. 41, n. 1, p. 43, 2009. ISSN 0004-2528.

CASSIVI, L. et al. The impact of e-collaboration tools on firms' performance. **The international journal of Logistics Management**, v. 15, n. 1, p. 91-110, 2004. ISSN 0957-4093.

CASTAÑO-MARTÍNEZ, M.-S.; MÉNDEZ-PICAZO, M.-T.; GALINDO-MARTÍN, M.-Á. Policies to promote entrepreneurial activity and economic performance. **Management Decision**, v. 53, n. 9, p. 2073-2087, 2015. ISSN 0025-1747.

CAVALIERI, J. et al. Material handling issues for the 21st century. **Naval Engineers Journal**, v. 112, n. 3, p. 83-96, // 2000. ISSN 00281425 (ISSN). Disponible em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0034186860&partnerID=40&md5=e206f166aaa29ca6d898d16d71b1968f>.

CENFETELLI, R. T.; BASSELLIER, G.; POSEY, C. The analysis of formative measurement in IS research: Choosing between component- and covariance-based techniques. **ACM SIGMIS Database**, v. 44, n. 4, p. 66-79, 2013. ISSN 0095-0033.

CHAN, F. T.; CHONG, A. Y.-L.; ZHOU, L. An empirical investigation of factors affecting e-collaboration diffusion in SMEs. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 2, p. 329-344, 2012. ISSN 0925-5273.

CHAN, F. T.; ZHANG, T. The impact of Collaborative Transportation Management on supply chain performance: A simulation approach.

Expert Systems with Applications, v. 38, n. 3, p. 2319-2329, 2011. ISSN 0957-4174.

CHATELIN, Y.-M. *et al.* **State-of-art on PLS Path Modeling through the available software.** 2002.

CHEN, D.; DACLIN, N. **Framework for enterprise interoperability.** Proc. of IFAC Workshop EI2N, 2006, sn. p.77-88.

CHEN, D.; VALLESPER, B.; DACLIN, N. **An Approach for Enterprise Interoperability Measurement.** MoDISE-EUS, 2008. p.1-12.

CHEN, M. C.; YEH, C. T.; CHEN, K. Y. Development of collaborative transportation management framework with Web Services for TFT-LCD supply chains. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 23, n. 1, p. 1-19, // 2010. ISSN 0951192X (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-74949096295&partnerID=40&md5=c3b4ed76c498ec2cd8636f4fcd57c848> >.

CHENG, J.-H. Inter-organizational relationships and information sharing in supply chains. **International Journal of Information Management**, v. 31, n. 4, p. 374-384, 2011. ISSN 0268-4012.

CHIKAN, A. Integration of production and logistics—in principle, in practice and in education. **International Journal of Production Economics**, v. 69, n. 2, p. 129-140, 2001. ISSN 0925-5273.

CHIN, W. **PLS-Graph User's Guide Version 3.0** (User's manual that accompanies PLS-GRAPH version 3.00 build 1126 provided by Wynn Chin). Calgary, Canada: University of Calgary, 2001.

CHIN, W. W. The partial least squares approach to structural equation modeling. **Modern methods for business research**, v. 295, n. 2, p. 295-336, 1998.

CHIN, Wynne W.; NEWSTED, Peter R. Structural equation modeling analysis with small samples using partial least squares. **Statistical strategies for small sample research**, v. 1, n. 1, p. 307-341, 1999.

CHITUC, C.-M.; NOF, S. Y. The Join/Leave/Remain (JLR) decision in collaborative networked organizations. **Computers & Industrial Engineering**, v. 53, n. 1, p. 173-195, 8// 2007. ISSN 0360-8352. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835207000757> >.

CHOI, E.; TCHA, D.-W. A column generation approach to the heterogeneous fleet vehicle routing problem. **Computers & Operations Research**, v. 34, n. 7, p. 2080-2095, 2007. ISSN 0305-0548.

CHOI, K.; NARASIMHAN, R.; KIM, S. W. Postponement strategy for international transfer of products in a global supply chain: A system dynamics examination. **Journal of operations Management**, v. 30, n. 3, p. 167-179, 2012. ISSN 0272-6963.

CHOPRA, V. K.; ZIEMBA, W. T. The effect of errors in means, variances, and covariances on optimal portfolio choice. **The Kelly Capital Growth Investment Criterion: Theory and Practice**, v. 3, p. 249, 2011.

CHOW, G.; HEAVER, T. D.; HENRIKSSON, L. E. Logistics performance: definition and measurement. **International journal of physical distribution & logistics management**, v. 24, n. 1, p. 17-28, 1994. ISSN 0960-0035.

CHOW, G.; HEAVER, T. D.; HENRIKSSON, L. E. Strategy, structure and performance: a framework for logistics research. **Logistics and Transportation Review**, v. 31, n. 4, p. 285, 1995. ISSN 0047-4991.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. Pioneira, 1999a. ISBN 8522100624.

CHRISTOPHER, M. **Logistics & supply chain management**. Pearson Higher Ed, 2016. ISBN 1292083824.

CHURCHILL JR, G. A. A paradigm for developing better measures of marketing constructs. **Journal of marketing research**, p. 64-73, 1979. ISSN 0022-2437.

CLARK, T.; JONES, R. **Organisational interoperability maturity model for c2**. Proceedings of the 1999 Command and Control Research and Technology Symposium, 1999.

CLOSS, D. J.; SAVITSKIE, K. Internal and external logistics information technology integration. **The International Journal of Logistics Management**, v. 14, n. 1, p. 63-76, 2003. ISSN 0957-4093

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences** Lawrence Earlbaum Associates. Hillsdale, NJ, p. 20-26, 1988.

COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. Supply chain management: more than a new name for logistics. **The international journal of logistics management**, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1997. ISSN 0957-4093.

CORSTEN, D.; KUMAR, N. Do suppliers benefit from collaborative relationships with large retailers? An empirical investigation of efficient consumer response adoption. **Journal of Marketing**, v. 69, n. 3, p. 80-94, 2005. ISSN 0022-2429.

CROCKER, B.; JESSOP, D.; MORRISON, A. **Inbound logistics management**. Pearson Higher Ed, 2012. ISBN 027372049X.

CROW, R. **Sparc institutional repository checklist & resource guide**. 2002.

CSCMP, C. L. M. M. P. **Terms and Glossary**, Uptaded: Fall, 2008.. PROFESSIONALS, C.-C. L. M. M. Disponível em <<http://cscmp.org/resources/terms.asp>.

DACLIN, N.; CHEN, D.; VALLESPER, B. Enterprise interoperability measurement-basic concepts. EMOI-INTEROP, 2006.

DANESE, P. Designing CPFR collaborations: insights from seven case studies. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 27, n. 2, p. 181-204, 2007. ISSN 0144-3577.

DAUGHERTY, P. J. et al. Marketing/logistics relationships: Influence on capabilities and performance. **Journal of Business Logistics**, v. 30, n. 1, p. 1-18, 2009. ISSN 2158-1592.

DE KOSTER, R.; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. J. Design and control of warehouse order picking: A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 182, n. 2, p. 481-501, 2007. ISSN 0377-2217.

DE LA FUENTE, M. V.; ROS, L.; CARDÓS, M. Integrating Forward and Reverse Supply Chains: Application to a metal-mechanic company. **International Journal of Production Economics**, v. 111, n. 2, p. 782-792, // 2008. ISSN 09255273 (ISSN). Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-37349102705&partnerID=40&md5=6a06f3ab6c43b28858875c03e8e84fd0>>

DE OLIVEIRA LACERDA, R. T.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, 2012. ISSN 1806-9649.

DEMO, P. **Pesquisa e informação qualitativa**. Papirus Editora, 2001. ISBN 8530806247.

DERIGS, U. et al. Vehicle routing with compartments: applications, modelling and heuristics. **OR spectrum**, v. 33, n. 4, p. 885-914, 2011. ISSN 0171-6468.

DIAMANTOPOULOS, A.; RIEFLER, P.; ROTH, K. P. Advancing formative measurement models. **Journal of Business Research**, v. 61, n. 12, p. 1203-1218, 2008. ISSN 0148-2963.

DIMA, I.; GRABARA, I. **Elements of logistics used in industrial operational management**. Industrial Production Management in Flexible Manufacturing Systems, p. 277, 2013. ISSN 1466628197.

DISNEY, S. M.; TOWILL, D. R. Vendor-managed inventory and bullwhip reduction in a two-level supply chain. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n. 6, p. 625-651, 2003. ISSN 0144-3577.

DOBOS, P.; TAMÁS, P.; ILLÉS, B. **Decision method for optimal selection of warehouse material handling strategies by production**

companies. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016, IOP Publishing. p.012100.

DORAN, D. Rethinking the supply chain: an automotive perspective. Supply Chain Management: **An International Journal**, v. 9, n. 1, p. 102-109, 2004. ISSN 1359-8546.

DORAN, D. Synchronous supply: an automotive case study. **European Business Review**, v. 13, n. 2, p. 114-120, 2001. ISSN 0955-534X.

DOUGLAS, M. **They might be giants:** e-commerce and logistics technology help small and midsize businesses compete like the big guys. Inbound Logistics, 2016. ISSN 0888-8493.

DUCQ, Y.; CHEN, D. **How to measure interoperability:** Concept and approach. Technology Management Conference (ICE), 2008 IEEE International, 2008, IEEE. p.1-8.

DUNCAN, O. D. **Introduction to structural equation models.** Elsevier, 2014. ISBN 148329532X.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. Theory building from cases: Opportunities and challenges. **Academy of management journal**, v. 50, n. 1, p. 25-32, 2007. ISSN 0001-4273.

ELDRIDGE, I. A. **Interoperability via emulation.** Proc. 1978 Summer Computer Simulation Conference, 1978. p.824-830.

ENSSLIN, L. et al. Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão-construtivista. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n. 1, p. 125-152, 2010. ISSN 0101-7438

ENSSLIN, L. et al. **Processo de seleção de portfólio bibliográfico.** Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil, 2010

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PACHECO, G. C. Um estudo sobre segurança em estádios de futebol baseado na análise bibliométrica da literatura internacional. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 17, n. 2, p. 71-91, 2012. ISSN 1981-5344.

EOM, S.-J.; KIM, S.-C.; JANG, W.-S. Paradigm shift in main contractor-subcontractor partnerships with an e-procurement framework. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 19, n. 7, p. 1951, 2015.

ESPER, T. L.; WILLIAMS, L. R. The value of collaborative transportation management (CTM): its relationship to CPFR and information technology. **Transportation Journal**, p. 55-65, 2003. ISSN 0041-1612.

FENIES, P.; GOURGAND, M.; RODIER, S. Interoperable and multi-flow software environment: Application to health care supply chain. In: EDER, J. e DUSTDAR, S. (Ed.). **Business Process Management Workshops**, v.4103, 2006. p.311-322. (Lecture Notes in Computer Science). ISBN 0302-9743

FERNÁNDEZ ALARCÓN, V. **Relaciones encontradas entre las dimensiones de las estructuras organizativas y los componentes del constructo capacidad de absorción**: El caso de empresas ubicadas en el territorio español. Universitat Politècnica de Catalunya, 2004. ISBN 8468905747.

FERNIE, J. 02 **Relationships in the supply chain. Logistics and retail management**: Emerging issues and new challenges in the retail supply chain, p. 35, 2014. ISSN 0749468246.

FERREIRA, J.; LEITÃO, J.; GARRIDO AZEVEDO, S. **Configuration of logistics activities across life-cycle of the firms and performance**: Proposal of a conceptual model. 2007.

FIGAY, N. et al. **Unleashing the potential of the european knowledge economy value proposition for enterprise interoperability**: European Commission—Information Society an 2008.

FIRDAUS, M.; YASIN, M. **A study on operational issues faced by manufacturing firms implementing Traditional Kanban System (TKS)**. 2014.

FISCHER DE LA VEGA, L.; ESPEJO CALLADO, J. **Casos de mercadotecnia** (2ª edición ed.). Mexico: Mc Granw-Hill Interamericana, 2008.

FLEURY, P. F. et al. **Logística empresarial**: a perspectiva brasileira. Editora Atlas, 2000. ISBN 8522427429.

FLYNN, B. B.; HUO, B.; ZHAO, X. The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach. **Journal of operations management**, v. 28, n. 1, p. 58-71, 2010. ISSN 0272-6963.

FOERSTL, K. et al. Cross-functional integration and functional coordination in purchasing and supply management: Antecedents and effects on purchasing and firm performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 6, p. 689-721, 2013. ISSN 0144-3577.

FORD, T. C. et al. **Survey on interoperability measurement**. AIR FORCE INST OF TECH WRIGHT-PATTERSON AFB OH. 2007

FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics. *Journal of marketing research*, p. 382-388, 1981. ISSN 0022-2437.

FORNELL, C.; LORANGE, P.; ROOS, J. The cooperative venture formation process: A latent variable structural modeling approach. *Management science*, v. 36, n. 10, p. 1246-1255, 1990. ISSN 0025-1990.

FORSLUND, H.; JONSSON, P. Dyadic integration of the performance management process: a delivery service case study. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 37, n. 7, p. 546-567, 2007. ISSN 0960-0035.

FORZA, C. Survey research in operations management: A process-based perspective. **International journal of operations & production management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002. ISSN 0144-3577.

FRANCIS, P. M.; SMILOWITZ, K. R.; TZUR, M. The period vehicle routing problem and its extensions. In: (Ed.). **The vehicle routing problem: latest advances and new challenges**: Springer, 2008. p.73-102.

FRIED, J. Railways for Europe: Innovations, prospects and risks from the perspective of an integrated railway company. **Bahnen für Europa**:

Innovationen, chancen und risiken aus der sicht eines integrierten eisenbahnunternehmens, v. 130, n. 1-2, p. 8-13, // 2006. ISSN 16188330 (ISSN). Disponível em: <
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33244465813&partnerID=40&md5=c1f2a4138361b985e1b1b866c41a132e> >.

FROHLICH, M. T.; WESTBROOK, R. Arcs of integration: an international study of supply chain strategies. **Journal of operations management**, v. 19, n. 2, p. 185-200, 2001. ISSN 0272-6963.

FU, B. B.; ZHU, J. **A Research on Complex Event Processing Technology Based on Smart Logistic System**. Applied Mechanics and Materials, 2015, Trans Tech Publ. p.430-435.

FU, J. **Visual PLS: A graphic user-interface program for LVPLS 1.8—version 1.04 b1**. Taiwan, China, 2006.

GARCÍA-CÁCERES, R. G.; ESCOBAR, J. W. Characterization of supply chain problems1. **Journal of the Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia-Medellin Campus**, v. 83, p. 68, 2016. ISSN 0012-7353.

GARRIDO AZEVEDO, S.; CARVALHO, H. Contribution of RFID technology to better management of fashion supply chains. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 40, n. 2, p. 128-156, 2012. ISSN 0959-0552

GEFEN, D.; STRAUB, D.; BOUDREAU, M.-C. Structural equation modeling and regression: Guidelines for research practice. **Communications of the association for information systems**, v. 4, n. 1, p. 7, 2000.

GHOSHAL, S.; BARTLETT, C. Building the entrepreneurial corporation: new organizational processes, new managerial tasks. **European Management Journal**, v. 13, n. 2, p. 139-155, 1995. ISSN 0263-2373.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008. ISBN 8522451427.

GIMENEZ, C. Logistics integration processes in the food industry. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 36, n. 3, p. 231-249, 2006. ISSN 0960-0035.

GIMENEZ, C.; VENTURA, E. Logistics-production, logistics-marketing and external integration: Their impact on performance. **International journal of operations & Production Management**, v. 25, n. 1, p. 20-38, 2005. ISSN 0144-3577.

GONZÁLEZ-BENITO, Ó.; MUÑOZ-GALLEGO, P. A.; GARCÍA-ZAMORA, E. Role of collaboration in innovation success: differences for large and small businesses. **Journal of Business Economics and Management**, v. 17, n. 4, p. 645-662, 2016. ISSN 1611-1699.

GOODHUE, D.; LEWIS, W.; THOMPSON, R. **PLS, small sample size, and statistical power in MIS research**. System Sciences, 2006. HICSS'06. Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on, 2006, IEEE. p.202b-202b.

GOTTSCHALK, P. Maturity levels for interoperability in digital government. **Government Information Quarterly**, v. 26, n. 1, p. 75-81, 2009. ISSN 0740-624X.

GÖTZ, O.; LIEHR-GOBBERS, K.; KRAFFT, M. Evaluation of structural equation models using the partial least squares (PLS) approach. In: (Ed.). **Handbook of partial least squares**: Springer, 2010. p.691-711. ISBN 3540328254.

GÖTZ, Oliver; LIEHR-GOBBERS, Kerstin; KRAFFT, Manfred. Evaluation of structural equation models using the partial least squares (PLS) approach. In: **Handbook of partial least squares**. Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 691-711

GÖTZE, J. et al. Cross-national interoperability and enterprise architecture. **Informatica**, v. 20, n. 3, p. 369-396, 2009. ISSN 0868-4952.

GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. F. Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review.

European Journal of Operational Research, v. 203, n. 3, p. 539-549, 2010. ISSN 0377-2217.

GUNASEKARAN, A.; KOBU, B. Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: a review of recent literature (1995–2004) for research and applications. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 12, p. 2819-2840, 2007. ISSN 0020-7543.

GUNASEKARAN, A.; LAI, K.-H.; CHENG, T. E. Responsive supply chain: a competitive strategy in a networked economy. **Omega**, v. 36, n. 4, p. 549-564, 2008. ISSN 0305-0483.

GUNASEKARAN, A.; NGAI, E. W. The future of operations management: an outlook and analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 2, p. 687-701, 2012. ISSN 0925-5273.

HAENLEIN, M.; KAPLAN, A. M. A beginner's guide to partial least squares analysis. **Understanding statistics**, v. 3, n. 4, p. 283-297, 2004. ISSN 1534-844X.

HAIR JR, J. F. et al. A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). **Sage Publications**, 2016. ISBN 1483377466.

HAIR JR, J. F. et al. Advanced Issues in Partial Least Squares Structural Equation Modeling. **SAGE Publications**, 2017. ISBN 1483377385.

HAIR, J. F. *et al.* **Multivariate data analysis**. Pearson Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, 2006.

HALL, P.; HOROWITZ, J. A simple bootstrap method for constructing nonparametric confidence bands for functions. **The Annals of Statistics**, v. 41, n. 4, p. 1892-1921, 2013. ISSN 0090-5364.

HALLAK, R.; ASSAKER, G. Using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) in tourism research. In: (Ed.). **Management science in hospitality and tourism: Theory, practice, and applications**: Apple Academic Press, 2016. p.99-124.

HAMDAN, A.; ROGERS, K. J. Evaluating the efficiency of 3PL logistics operations. **International Journal of Production Economics**, v. 113, n. 1, p. 235-244, 2008. ISSN 0925-5273.

HAN, Y.; KNIESEL, G.; CREMERS, A. B. **Towards visual aspectj by a meta model and modeling notation**. Annual Aspect-Oriented Software Development Conference (AOSD 2005), 2005.

HANCOCK, G. R.; MUELLER, R. O. **Structural equation modeling: A second course**. Iap, 2013. ISBN 1623962463.

HARMON, R. L. **Reinventing the warehouse: World class distribution logistics**. The Free Press, 1993. ISBN 0029138639.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our competitive edge: competing through manufacturing**. 1984.

HEILER, S. Semantic interoperability. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 27, n. 2, p. 271-273, 1995. ISSN 0360-0300.

HELO, P.; SZEKELY, B. Logistics information systems - An analysis of software solutions for supply chain co-ordination. **Industrial Management & Data Systems**, v. 105, n. 1-2, p. 5-18, 2005 2005. ISSN 0263-5577. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000228733000001 >.

HENSELER, J. **Partial Least Squares**. Wiley Encyclopedia of Management, 2014. ISSN 1118785312.

HENSELER, J.; CHIN, W. W. A comparison of approaches for the analysis of interaction effects between latent variables using partial least squares path modeling. **Structural Equation Modeling**, v. 17, n. 1, p. 82-109, 2010. ISSN 1070-5511.

HENSELER, J.; HUBONA, G.; RAY, P. A. Using PLS path modeling in new technology research: updated guidelines. **Industrial management & data systems**, v. 116, n. 1, p. 2-20, 2016. ISSN 0263-5577.

HENSELER, J.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M. A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 43, n. 1, p. 115-135, 2015. ISSN 0092-0703.

HENSELER, Jörg; RINGLE, Christian M.; SINKOVICS, Rudolf R. The use of partial least squares path modeling in international marketing. In: **New challenges to international marketing**. Emerald Group Publishing Limited, 2009. p. 277-319

HERNÁNDEZ, J. E. et al. A reference architecture for the collaborative planning modelling process in multi-tier supply chain networks: a Zachman-based approach. **Production Planning & Control**, v. 25, n. 13-14, p. 1118-1134, 2014. ISSN 0953-7287.

HILL, M. M.; HILL, A. **Investigação por questionário**. Lisboa: Edições sílabo, 2008. ISBN 972-618-273-5

HO, W.; EMROUZNEJAD, A. Multi-criteria logistics distribution network design using sas/or. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 3, p. 7288-7298, 2009. ISSN 0957-4174.

HOYLE, Rick H. **Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications**. Sage, 1995.

HSU, S.-H.; CHEN, W.-H.; HSIEH, M.-J. Robustness testing of PLS, LISREL, EQS and ANN-based SEM for measuring customer satisfaction. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 17, n. 3, p. 355-372, 2006. ISSN 1478-3363.

HWANG, H.; TAKANE, Y. Generalized structured component analysis. **Psychometrika**, v. 69, n. 1, p. 81-99, 2004/03/01 2004. ISSN 0033-3123. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF02295841> >.

INKINEN, T.; TAPANINEN, U.; PULLI, H. Electronic information transfer in a transport chain. **Industrial Management and Data Systems**, v. 109, n. 6, p. 809-824, // 2009. ISSN 02635577 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-68149098612&partnerID=40&md5=926b131af46e9f5f46ff3726205b4c35> >

JARVIS, Cheryl Burke; MACKENZIE, Scott B.; PODSAKOFF, Philip M. A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research. **Journal of consumer research**, v. 30, n. 2, p. 199-218, 2003.

JOHNSON, N.; ELLIOTT, D.; DRAKE, P. Exploring the role of social capital in facilitating supply chain resilience. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 18, n. 3, p. 324-336, 2013. ISSN 1359-8546.

JUN, M.; CAI, S. Key obstacles to EDI success: from the US small manufacturing companies' perspective. *Industrial Management & Data Systems*, v. 103, n. 3, p. 192-203, 2003. ISSN 0263-5577.

KAC, S. M.; GORENAK, I.; POTOCAN, V. **The influence of trust on collaborative relationships in supply chains**. *E+ M Ekonomie a Management*, n. 2, p. 120, 2016.

KASUNIC, M.; ANDERSON, W. **Interoperability: Challenges and opportunities**. Pittsburgh, PA: Carnegie-Mellon University—Software Engineering Institute, 2004.

KAWTRAKUL, A. *et al.* The challenges of accelerating connected government and beyond: Thailand perspectives. *Electronic Journal of e-Government*, v. 9, n. 2, 2011. ISSN 1479-439X.

KENGPOL, A.; TUOMINEN, M. A framework for group decision support systems: An application in the evaluation of information technology for logistics firms. *International Journal of Production Economics*, v. 101, n. 1, p. 159-171, 2006. ISSN 0925-5273.

KHALIFA, I. H.; EL KAMEL, A.; YIM, P. Transportation Process of Containers BPMN-Modeling and Transformation into ACTIF Model. *Romanian Journal of Information Science and Technology*, v. 14, n. 1, p. 67-80, 2011. ISSN 1453-8245. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000302996500005 >.

Kiliç, Y. E.; TUZKAYA, U. R. A two-stage stochastic mixed-integer programming approach to physical distribution network design. *International Journal of Production Research*, v. 53, n. 4, p. 1291-1306, 2015. ISSN 0020-7543.

KINGSTON, G.; FEWELL, S.; RICHER, W. **An organisational interoperability agility model**. Defence Science and Technology Organisation Canberra (Australia). 2005

KLINER, R. B. **Principles and practice of structural equation modeling.** Guilford publications, 2015. ISBN 1462523358.

KLOSE, A.; SPERANZA, M. G.; VAN WASSENHOVE, L. N. **Quantitative approaches to distribution logistics and supply chain management.** Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 3642561837.

KOPCZAK, L. R.; JOHNSON, M. E. The supply-chain management effect. **MIT Sloan Management Review**, v. 44, n. 3, p. 27, 2003. ISSN 1532-9194.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Operations management: Processes and supply chains.** Pearson New York, NY, 2013.

LABADIE, N.; PRODHON, C. A survey on multi-criteria analysis in logistics: Focus on vehicle routing problems. In: (Ed.). **Applications of Multi-Criteria and Game Theory Approaches:** Springer, 2014. p.3-29.

LAMBERT, D. M. **Supply chain management: Processes, partnerships, performance.** Supply Chain Management Inst, 2008. ISBN 097599493X.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in supply chain management. **Industrial marketing management**, v. 29, n. 1, p. 65-83, 2000. ISSN 0019-8501.

LANCIONI, R. A.; SMITH, M. F.; SCHAU, H. J. Strategic Internet application trends in supply chain management. **Industrial Marketing Management**, v. 32, n. 3, p. 211-217, 2003. ISSN 0019-8501.

LANDSBERGEN JR, D.; WOLKEN JR, G. Realizing the promise: Government information systems and the fourth generation of information technology. **Public administration review**, v. 61, n. 2, p. 206-220, 2001. ISSN 1540-6210.

LANGAT, B. K. et al. Factors affecting supply chain agility in medical health sector (case study of kenya medical supply authority). **The**

International Journal of Business & Management, v. 3, n. 10, p. 66, 2015. ISSN 2321-8916.

LEE, S.-Y.; SEO, Y. W. Corporate social responsibility motive attribution by service employees in the parcel logistics industry as a moderator between csr perception and organizational effectiveness. **Sustainability**, v. 9, n. 3, p. 355, 2017.

LEGNER, C.; LEBRETON, B. Preface to the focus theme section: 'Business interoperability' business interoperability research: Present achievements and upcoming challenges. **Electronic Markets**, v. 17, n. 3, p. 176-186, 2007. ISSN 1019-6781.

LEGNER, C.; WENDE, K. **Towards an excellence framework for business interoperability**. BLED 2006 Proceedings, p. 29, 2006.

LENDERMANN, P. *et al.* Distributed supply chain simulation as a decision support tool for the semiconductor industry. **Simulation**, v. 79, n. 3, p. 126-138, // 2003. ISSN 00375497 (ISSN). Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0042412257&partnerID=40&md5=7906998558e61afe478f5e85cf5bead5>>

LEUSCHNER, R. *et al.* Third-Party Logistics: A Meta-Analytic Review and Investigation of its Impact on Performance. **Journal of Supply Chain Management**, v. 50, n. 1, p. 21-43, 2014. ISSN 1745-493X.

LEVIKANGAS, P.; HAAJANEN, J.; ALARUIKKA, A. M. Information service architecture for international multimodal logistic corridor. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 8, n. 4, p. 565-574, 2007. ISSN 15249050 (ISSN). Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-36849021632&partnerID=40&md5=0c016bef773bb32055b6c8aa91d9ba90>>

LI, R. *et al.* **Design of dynamic vehicle routing system based on online map service**. Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2016 13th International Conference on, 2016, IEEE. p.1-5.

LI, Y. **PLS-GUI User Manual**—A Graphic User Interface for LVPLS (PLS-PC 1.8)—Version 2.0. 1 Beta. University of South Carolina, Columbia, SC, 2005.

LIAO, L.; ZHU, L. Semantic web modeling for Virtual Organization: A case study in logistics. In: MIZOGUCHI, R.;SHI, Z., et al (Ed.). **Semantic Web** - Aswc 2006, Proceedings, v.4185, 2006. p.602-608. (Lecture Notes in Computer Science). ISBN 0302-9743

LIAO, S.-H.; KUO, F.-I. The study of relationships between the collaboration for supply chain, supply chain capabilities and firm performance: A case of the Taiwan' s TFT-LCD industry. **International Journal of Production Economics**, v. 156, p. 295-304, 2014. ISSN 0925-5273.

LIEB, K. J.; LIEB, R. C. Environmental sustainability in the third-party logistics (3PL) industry. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 40, n. 7, p. 524-533, 2010. ISSN 0960-0035.

LIN, C. et al. A structural equation model of supply chain quality management and organizational performance. **International journal of production economics**, v. 96, n. 3, p. 355-365, 2005. ISSN 0925-5273.

LOHMÖLLER, J.-B. Latent variable path modeling with partial least squares. **Springer Science & Business Media**, 2013. ISBN 3642525121.

LYNCH, J.; WHICKER, L. Do logistics and marketing understand each other? An empirical investigation of the interface activities between logistics and marketing. **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 11, n. 3, p. 167-178, 2008. ISSN 1367-5567.

MA, Y.-S. Towards Semantic Interoperability of Collaborative Engineering in Oil Production Industry. **Concurrent Engineering**, v. 17, n. 2, p. 111-119, June 1, 2009 2009. Disponível em: < <http://cer.sagepub.com/cgi/content/abstract/17/2/111> >.

MAISEYENKA, K. **JIT and Resources**. 2016.

MALHENE, N. et al. **Freight consolidation centers for urban logistics solutions:** The key role of interoperability. IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, Campione d'Italia, // 2012. ISSN 21504938 (ISSN); 9781467317030 (ISBN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84864207300&partnerID=40&md5=c522cc3d867570ed5cb11dc89264ef0f>

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing:** Uma orientação aplicada. Bookman Editora, 2012. ISBN 854070062X.

MAN, M.; VOKOROKOSOVA, R.; GRABARA, I. **Activity of Logistics within the Company and the Costs it Occurs:** Advanced Logistic Systems 2011.

MANGAN, J.; LALWANI, C.; LALWANI, C. L. **Global logistics and supply chain management.** John Wiley & Sons, 2016. ISBN 1119117828.

MANGIN, J. P. L.; ÁLVAREZ, N. G.; DOYAGUE, M. F. M. Modelos estructurales según el método de optimización de mínimos cuadrados parciales (PLS). **Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales: temas esenciales, avanzados y aportaciones especiales**, p. 321, 2006. ISSN 8497451368.

MANOLA, F. Interoperability issues in large-scale distributed object systems. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 27, n. 2, p. 268-270, 1995. ISSN 0360-0300.

MANZINI, E.; BONATO, N. **Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada.** 2006. Marquezine: MC; Almeida, MA; Omote; S.(Orgs.) Colóquios sobre pesquisa em educação especial. Londrina: Eduel, p. 11-25, 2008.

MARCONDES, C. H.; SAYÃO, L. F. Integração e interoperabilidade no acesso a recursos informacionais eletrônicos em c&t: A proposta da biblioteca digital brasileira. **Ciência da Informação**, v. 30, n. 3, p. 24-33, 2001.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, 2008.

MARKUS, K. A. Principles and Practice of Structural Equation Modeling by Rex B. Kline. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**, v. 19, n. 3, p. 509-512, 2012. ISSN 1070-5511.

MARTINS, R. Abordagens quantitativa e qualitativa. In.: **Cauchick miguel, pa metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**: Rio de Janeiro: Elsevier 2010.

MATHIYAZHAGAN, K. et al. An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 283-297, 2013. ISSN 0959-6526.

MAURO, C.; LEIMEISTER, J. M.; KRCCMAR, H. Serviceorientierte integration medizinischer geräte-ganzheitliche it-unterstützung klinischer prozesse. **Informatik-Spektrum**, v. 34, n. 3, p. 276-285, 2011. ISSN 0170-6012.

MCDONALD, R. P. Path analysis with composite variables. **Multivariate Behavioral Research**, v. 31, n. 2, p. 239-270, 1996. ISSN 0027-3171.

MCDONALD, R. P.; HO, M.-H. R. Principles and practice in reporting structural equation analyses. **Psychological methods**, v. 7, n. 1, p. 64, 2002. ISSN 1939-1463.

MELLAT-PARAST, M.; E. SPILLAN, J. Logistics and supply chain process integration as a source of competitive advantage: An empirical analysis. **The International Journal of Logistics Management**, v. 25, n. 2, p. 289-314, 2014. ISSN 0957-4093.

MELTON, T. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. **Chemical engineering research and design**, v. 83, n. 6, p. 662-673, 2005. ISSN 0263-8762.

MENTZER, J. T.; STANK, T. P.; ESPER, T. L. Supply chain management and its relationship to logistics, marketing, production, and operations management. **Journal of Business Logistics**, v. 29, n. 1, p. 31-46, 2008. ISSN 2158-1592.

MIGUEL, P. A. C. **Adoção do estudo de caso na engenharia de produção.** Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 131-148, 2010.

MILLER, P. Interoperability: What is it and why should i want it? **Ariadne**, n. 24, 2000. ISSN 1361-3200.

MOON, T.; FEWELL, S.; REYNOLDS, H. The what, why, when and how of interoperability. **Defence & Security Analysis**, v. 24, n. 1, p. 5-17, 2008. ISSN 1475-1798.

MORGANTI, E.; GONZALEZ-FELIU, J. The last food mile concept as a city logistics solution for perishable products. **Enterprise Interoperability: Interoperability for Agility, Resilience and Plasticity of Collaborations (I-ESA 14 Proceedings)**, p. 202, 2015. ISSN 1119081386.

MOSES, A.; ÅHLSTRÖM, P. Problems in cross-functional sourcing decision processes. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 14, n. 2, p. 87-99, 2008. ISSN 1478-4092.

MURTAGH, F.; HECK, A. Multivariate data analysis. Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 940093789X.

NAUDET, Y. et al. Towards a systemic formalisation of interoperability. **Computers in Industry**, v. 61, n. 2, p. 176-185, 2010. ISSN 0166-3615.

NEMOTO, T.; HAYASHI, K.; HASHIMOTO, M. Milk-run logistics by Japanese automobile manufacturers in Thailand. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 3, p. 5980-5989, 2010. ISSN 1877-0428.

NETMEYER RICHARD G, BEARDEN WILLIAM O, SHARMA SUBHASH. **Scaling procedures: issues and applications.** Thousand Oaks: Sage; 2003

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001.

NOVAES, A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição.** Elsevier Brasil, 2016. ISBN 8535279830.

NOWICKA-SKOWRON, M. et al. The Informatization of the Logistics Activity in a Firm. *Advanced Logistic Systems. Theory and Practice*, v. 5, 2011

NOY, N. F.; MUSEN, M. A. The prompt suite: Interactive tools for ontology merging and mapping. *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 59, n. 6, p. 983-1024, 2003. ISSN 1071-5819.

NYAGA, G. N.; WHIPPLE, J. M.; LYNCH, D. F. Examining supply chain relationships: do buyer and supplier perspectives on collaborative relationships differ? *Journal of Operations Management*, v. 28, n. 2, p. 101-114, 2010. ISSN 0272-6963.

O'LEARY-KELLY, S. W.; FLORES, B. E. The integration of manufacturing and marketing/sales decisions: Impact on organizational performance. *Journal of operations management*, v. 20, n. 3, p. 221-240, 2002. ISSN 0272-6963.

OJHA, D.; GIANIODIS, P. T.; MANUJ, I. Impact of logistical business continuity planning on operational capabilities and financial performance. *The International Journal of Logistics Management*, v. 24, n. 2, p. 180-209, 2013. ISSN 0957-4093.

O'REILLY, J. The direct sales supply chain: where there's a will there's Amway: George Calvert, chief supply chain and R&D officer for Amway, calls on Inbound logistics to talk about the direct sales business and how Amway's supply chain is adapting to globalization, new technology, and changing consumer behavior. *Inbound Logistics*, v. 34, n. 1, 2014. ISSN 0888-8493.

O'ROURKE, N.; HATCHER, L. **A step-by-step approach to using SAS for factor analysis and structural equation modeling.** Sas Institute, 2013. ISBN 1629592447.

PAGELL, M. Understanding the factors that enable and inhibit the integration of operations, purchasing and logistics. *Journal of operations management*, v. 22, n. 5, p. 459-487, 2004. ISSN 0272-6963.

PAN, T.; ZHENG, L.; YAN, G. Research of information framework for fourth party logistics. *Journal of Convergence Information Technology*, v. 5, n. 7, p. 12, // 2010. ISSN 19759320 (ISSN). Disponível

em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78651592420&partnerID=40&md5=2d72b865dcc9dffe45ea991a638987fc> >.

PANETTO, H.; MOLINA, A. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. **Computers in Industry**, v. 59, n. 7, p. 641-646, 9// 2008. ISSN 0166-3615. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361508000353>

PAPAKIRIAKOPOULOS, D.; PRAMATARI, K. Collaborative performance measurement in supply chain. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n. 9, p. 1297-1318, 2010. ISSN 0263-5577.

PARK, N. et al. WIPI mobile platform with secure service for mobile RFID network environment. In: (Ed.). **Advanced Web and Network Technologies, and Applications**: Springer, 2006. p.741-748. ISBN 3540311580.

PARRY, M. E. et al. Perspective: Cross-functional integration in spanish firms. **Journal of Product Innovation Management**, v. 27, n. 4, p. 606-615, 2010. ISSN 1540-5885.

PAVIOT, T.; CHEUTET, V.; LAMOURI, S. A PLCS framework for PDM/ERP interoperabilty. **International Journal of Product Lifecycle Management**, v. 5, n. 2-4, p. 295-313, // 2011. ISSN 17435110 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80054973176&partnerID=40&md5=af476e39f2dcc7cc2d45b3caa2d8199d> >.

PETTERSSON, A. I.; SEGERSTEDT, A. Measuring supply chain cost. **International Journal of Production Economics**, v. 143, n. 2, p. 357-363, 2013. ISSN 0925-5273.

PIERCY, N. Framing the problematic relationship between the marketing and operations functions. **Journal of Strategic Marketing**, v. 15, n. 2-3, p. 185-207, 2007. ISSN 0965-254X

POMPONI, F.; FRATOCCHI, L.; ROSSI TAFURI, S. Trust development and horizontal collaboration in logistics: a theory based evolutionary framework. Supply Chain Management: **An International Journal**, v. 20, n. 1, p. 83-97, 2015. ISSN 1359-8546.

POON, T. et al. A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 4, p. 8277-8301, 2009. ISSN 0957-4174.

PORTER, M. E. **Os caminhos da lucratividade**. HSM management, n. 1, p. 88-94, 1997.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Campus Rio de Janeiro, 1992.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. **The core competence of the corporation**. In: (Ed.). *Strategische unternehmungsplanung—strategische unternehmensführung*: Springer, 2006. p.275-292.

PRAJOGO, D.; OKE, A.; OLHAGER, J. Supply chain processes: Linking supply logistics integration, supply performance, lean processes and competitive performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 2, p. 220-238, 2016. ISSN 0144-3577.

QURESHI, M.; KUMAR, D.; KUMAR, P. An integrated model to identify and classify the key criteria and their role in the assessment of 3PL services providers. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, v. 20, n. 2, p. 227-249, 2008. ISSN 1355-5855.

R. SINKOVICS, R.-J. B. J. et al. Testing measurement invariance of composites using partial least squares. **International Marketing Review**, v. 33, n. 3, p. 405-431, 2016. ISSN 0265-1335.

RAHMAN, N. A. A.; SHARIF, S. M.; ESA, M. M. Lean manufacturing case study with Kanban system implementation. **Procedia Economics and Finance**, v. 7, p. 174-180, 2013. ISSN 2212-5671.

RAIA, E. JIT delivery: **Redefining on-time. purchasing**, v. 109, n. 3, p. 69-74, 1990.

RAMANATHAN, U. Supply chain collaboration for improved forecast accuracy of promotional sales. **International Journal of Operations &**

Production Management, v. 32, n. 6, p. 676-695, 2012. ISSN 0144-3577.

RAYYAAN, R.; WANG, Y.; KENNON, R. Ontology-based interoperability solutions for textile supply chain. **Advances in Manufacturing**, v. 2, n. 2, p. 97-105, 2014. ISSN 2095-3127.

RICHARDSON, R. **Pesquisa social: Métodos e técnicas**, ed. 3, atlas. São Paulo, 2007.

RIGDON, E. E. et al. Conflating antecedents and formative indicators: A comment on Aguirre-Urreta and Marakas. **Information Systems Research**, v. 25, n. 4, p. 780-784, 2014. ISSN 1047-7047.

RINGLE, C. M.; DA SILVA, D.; BIDO, D. D. S. Modelagem de equações estruturais com utilização do SmartPLS. **REMark**, v. 13, n. 2, p. 54, 2014. ISSN 2177-5184.

RINNAN, Å. et al. Recursive weighted partial least squares (rPLS): an efficient variable selection method using PLS. **Journal of Chemometrics**, v. 28, n. 5, p. 439-447, 2014. ISSN 1099-128X.

RITA, P.; KRAPFEL, R. Collaboration and Competition in Buyer-Supplier Relations: The Role of Information in Supply Chain and e-Procurement Impacted Relationships. In: (Ed.). **Assessing the Different Roles of Marketing Theory and Practice in the Jaws of Economic Uncertainty**: Springer, 2015. p.98-105. ISBN 3319118447.

ROGERS, D. Customer driven. **Engineering**, v. 249, n. 8, p. 42-44, 2008.

ROLLINS, M.; PEKKARINEN, S.; MEHTÄLÄ, M. Inter-firm customer knowledge sharing in logistics services: an empirical study. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 10, p. 956-971, 2011. ISSN 0960-0035.

SANCHEZ, O.; CRUZ, M.; GOES, P. **Success of IT Outsourcing contracts**: Effects of the Complexity of the Activity, Relational Governance and Structure of Incentives. 2014.

SANDERS, N. R. **Big data driven supply chain management: A framework for implementing analytics and turning information into intelligence.** Pearson Education, 2014. ISBN 0133762823.

SÁNDOR, Munk. An analysis of basic interoperability related terms, system of interoperability types. **ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN MILITARY SCIENCE I.:(1)** pp. 117-132, 2002.

SARI, K. On the benefits of CPFR and VMI: A comparative simulation study. **International Journal of Production Economics**, v. 113, n. 2, p. 575-586, 2008. ISSN 0925-5273.

SAYÃO, L. F.; MARCONDES, C. H. O desafio da interoperabilidade e as novas perspectivas para as bibliotecas digitais. **Transinformação-ISSNe** 2318-0889, v. 20, n. 2, 2012. ISSN 2318-0889.

SCHILK, G.; SEEMANN, L. Use of ITS Technologies for Multimodal Transport Operations – River Information Services (RIS) **Transport Logistics Services. Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 48, p. 622-631, // 2012. ISSN 1877-0428. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812027760>

SCHÖNSLEBEN, P. **Integral logistics management: operations and supply chain management within and across companies.** CRC Press, 2016. ISBN 1498750540.

SELVIARIDIS, K.; SPRING, M. Third party logistics: a literature review and research agenda. **The International Journal of Logistics Management**, v. 18, n. 1, p. 125-150, 2007. ISSN 0957-4093.

SENDIL KUMAR, C.; PANNEERSELVAM, R. Literature review of JIT-KANBAN system. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 32, n. 3, p. 393-408, 2007. ISSN 0268-3768.

SHAPIRO, B. P. Can marketing and manufacturing co-exist. **Harvard Business Review**, v. 55, n. 5, p. 104-&, 1977. ISSN 0017-8012.

SHETH, A. P. To semantics. **Interoperating geographic information systems**, v. 495, p. 5, 1999. ISSN 0792384369.

SILVA, E. L. D.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 2001.

SIMATUPANG, T. M.; SRIDHARAN, R. The collaboration index: a measure for supply chain collaboration. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 35, n. 1, p. 44-62, 2005. ISSN 0960-0035.

SINEX, C. **The role of modeling and simulation in controlling logistics systems. paper for Spring**, 2001.

SKINNER, T. **Information operations—shaping influence**. Jane's Defence Weekly, v. 23, p. 90-111, 2006.

SLACK, N. **Operations strategy**. Wiley Online Library, 2015. ISBN 1118785312.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Operations and process management: principles and practice for strategic impact**. Pearson Education, 2009. ISBN 0273718517.

SMIRNOV, A. et al. **On-the-fly ontology matching in smart spaces: A multi-model approach**. In: (Ed.). Smart spaces and next generation wired/wireless networking: Springer, 2010. p.72-83.

SNYDER, L. V. et al. OR/MS models for supply chain disruptions: A review. **IIE Transactions**, v. 48, n. 2, p. 89-109, 2016. ISSN 0740-817X.

SOARES, D. D. S.; AMARAL, L. Reflections on the concept of interoperability in information systems. **Proceedings of the 16th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2014)**, 2014, Scitepress. p.331-339.

SOUZA, R. R.; TUDHOPE, D.; ALMEIDA, M. B. Towards a taxonomy of kos: Dimensions for classifying knowledge organization systems. **Knowledge organization**, v. 39, n. 3, p. 179-192, 2012. ISSN 0943-7444.

SPERANZA, M. G.; STÄHLY, P. **New trends in distribution logistics**. Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 364258568X.

STANK, T. P. et al. Creating relevant value through demand and supply integration. **Journal of Business Logistics**, v. 33, n. 2, p. 167-172, 2012. ISSN 2158-1592.

STAPLETON, D. et al. Activity-based costing for logistics and marketing. **Business Process Management Journal**, v. 10, n. 5, p. 584-597, 2004. ISSN 1463-7154.

STATHOPOULOS, A.; VALERI, E.; MARCUCCI, E. Stakeholder reactions to urban freight policy innovation. **Journal of Transport Geography**, v. 22, p. 34-45, 2012. ISSN 0966-6923.

STOCK, J. R.; LAMBERT, D. M. **Strategic logistics management**. McGraw-Hill/Irwin Boston, MA, 2001.

SVENSSON, G. Sub-contractor and customer sourcing and the occurrence of disturbances in firms' inbound and outbound logistics flows. **Supply Chain Management: an International Journal**, v. 8, n. 1, p. 41-56, 2003. ISSN 1359-8546.

SWINK, M.; SONG, M. Effects of marketing-manufacturing integration on new product development time and competitive advantage. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 1, p. 203-217, 2007. ISSN 0272-6963.

TALEIZADEH, A. A.; NOORI-DARYAN, M.; CÁRDENAS-BARRÓN, L. E. Joint optimization of price, replenishment frequency, replenishment cycle and production rate in vendor managed inventory system with deteriorating items. **International Journal of Production Economics**, v. 159, p. 285-295, 2015. ISSN 0925-5273.

TALEVSKI, A.; CHANG, E.; DILLON, T. S. Reconfigurable web service integration in the extended logistics enterprise. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 1, n. 2, p. 74-84, 2005. ISSN 15513203 (ISSN). Disponible em: <
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-20344374423&partnerID=40&md5=f4725e7bc2ec2bf65ea81185376cb559>

TEMME, D.; DIAMANTOPOULOS, A.; PFEGFEIDEL, V. Specifying formatively-measured constructs in endogenous positions in structural

equation models: Caveats and guidelines for researchers. **International Journal of Research in Marketing**, v. 31, n. 3, p. 309-316, 2014. ISSN 0167-8116.

TEMME, D.; KREIS, H.; HILDEBRANDT, L. **PLS path modeling: A software review**. SFB 649 discussion paper. 2006

TENENHAUS, M. Component-based structural equation modelling. **Total quality management**, v. 19, n. 7-8, p. 871-886, 2008. ISSN 1478-3363.

TENENHAUS, M. et al. PLS path modeling. **Computational statistics & data analysis**, v. 48, n. 1, p. 159-205, 2005. ISSN 0167-9473.

TENENHAUS, M. **Comparison between PLS and LISREL approaches for structural equation modeling: application to the measure of customer satisfaction**. PLS and Related Methods. Proceedings of the PLS03 International Symposium, 2003.

TENENHAUS, M. **La régression PLS: théorie et pratique**. Editions Technip, 1998. ISBN 2710807351.

TENENHAUS, M.; AMATO, S.; ESPOSITO VINZI, V. **A global goodness-of-fit index for PLS structural equation modelling**. Proceedings of the XLII SIS scientific meeting, 2004. p.739-742.

TEZZA, R.; BORNIA, A. C.; VEY, I. H. Sistemas de medição de desempenho: Uma revisão e classificação da literatura. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 75-93, 2010. ISSN 1806-9649.

THORLEUCHTER, D.; SCHULZE, J.; VAN DEN POEL, D. Improved Emergency Management by a Loosely Coupled Logistic System. In: (Ed.). **Future Security**: Springer, 2012. p.5-8. ISBN 3642331602.

TOLK, A.; MUGUIRA, J. A. **The levels of conceptual interoperability model**. Proceedings of the 2003 fall simulation interoperability workshop, 2003, Citeseer. p.1-11.

TOON, M. A. et al. Processes and integration in the interaction of purchasing and marketing: Considering synergy and symbiosis.

Industrial Marketing Management, v. 52, p. 74-81, 2016. ISSN 0019-8501.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação**. São paulo: Atlas, 1987.

UKOLN. **Interoperability focus**: Looking at interoperability. 2005. Disponível em: < <http://www.ukoln.ac.uk/interoperability/about/leaflet.html> >. Acesso em: 16/11/2015.

URBACH, N.; AHLEMANN, F. Structural equation modeling in information systems research using partial least squares. **Journal of Information Technology Theory and Application**, v. 11, n. 2, p. 5-40, 2010.

VAN MIEGHEM, T. Lessons learned from Alexander the Great. **Quality progress**, v. 31, n. 1, p. 41, 1998. ISSN 0033-524X.

VARILA, M.; SEPPÄNEN, M.; SUOMALA, P. Detailed cost modelling: a case study in warehouse logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 37, n. 3, p. 184-200, 2007. ISSN 0960-0035.

VERDECHO, M.-J. et al. A multi-criteria approach for managing inter-enterprise collaborative relationships. **Omega-International Journal of Management Science**, v. 40, n. 3, p. 249-263, Jun 2012. ISSN 0305-0483. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000296955400001

VIEIRA, G. B. B. et al. Materials handling management: A case study. **Journal of Operations and Supply Chain Management**, v. 4, n. 2, p. 19-30, 2011. ISSN 1984-3046.

VIJAYASARATHY, L. R. An investigation of moderators of the link between technology use in the supply chain and supply chain performance. **Information & Management**, v. 47, n. 7, p. 364-371, 2010. ISSN 0378-7206.

VINZI, V. E.; TRINCHEA, L.; AMATO, S. PLS path modeling: from foundations to recent developments and open issues for model assessment and improvement. In: (Ed.). **Handbook of partial least squares**: Springer, 2010. p.47-82. ISBN 3540328254.

VITORINO FILHO, V. A. *et al.* **Logística integrada**: Um estudo bibliométrico nacional e internacional no período de 2002 a 2012. *Gestão Contemporânea*, n. 16, 2015.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International journal of operations & production management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002. ISSN 0144-3577.

WANG, L.; WANG, G. RFID-driven global supply chain and management. **International Journal of Computer Applications in Technology**, v. 35, n. 1, p. 42-49, 2009. ISSN 09528091 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-64549150640&partnerID=40&md5=58ab9d2c315db3f0ee590718e6047fbd> >.

WANKE, P. F.; ZINN, W. Strategic logistics decision making. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 34, n. 6, p. 466-478, 2004. ISSN 0960-0035.

WEGNER, P. Interoperability. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 28, n. 1, p. 285-287, 1996. ISSN 0360-0300.

WEICHHART, G.; FEINER, T.; STARY, C. Implementing organisational interoperability-The Sudden approach. **Computers in Industry**, v. 61, n. 2, p. 152-160, 2010. ISSN 01663615 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-73549083414&partnerID=40&md5=80f65613ece2e43c691abae2246aed7a> >

WERTS, C. E.; LINN, R. L.; JÖRESKOG, K. G. Quantifying unmeasured variables. *Measurement in the social sciences*. Chicago: Aldine, p. 270-92, 1974.

WETZELS, Martin; ODEKERKEN-SCHRÖDER, Gaby; VAN OPPEN, Claudia. Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration. **MIS quarterly**, p. 177-195, 2009

WILDING, R. et al. Understanding the role of logistics capabilities in achieving supply chain agility: a systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 4, p. 438-453, 2012. ISSN 1359-8546.

WILDING, R.; JURIADO, R. Customer perceptions on logistics outsourcing in the European consumer goods industry. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 34, n. 8, p. 628-644, 2004. ISSN 0960-0035.

WINDMARK, C.; ANDERSSON, C. Cost models of inbound logistics activities: supporting production system design. **International Journal of Supply Chain and Operations Resilience**, v. 1, n. 2, p. 181-200, 2015. ISSN 2052-868X.

WINKENBACH, M.; KLEINDORFER, P. R.; SPINLER, S. Enabling Urban Logistics Services at La Poste through Multi-Echelon Location-Routing. **Transportation Science**, v. 50, n. 2, p. 520-540, 2015. ISSN 0041-1655.

WOLD, H. **Estimation of principal components and related models by iterative least squares**. Multivariate Analysis. Edited by: Krishnaiaah PR. 1966: New York: Academic Press 1966.

WOLD, H. **Partial least squares**. Encyclopedia of statistical sciences, 1985. ISSN 0471667196.

WOLD, H. Soft modelling: the basic design and some extensions. **Systems under indirect observation**, Part II, p. 36-37, 1982.

WONG, K. K.-K. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) techniques using SmartPLS. **Marketing Bulletin**, v. 24, n. 1, p. 1-32, 2013.

XU, Q.; MA, Q. Determinants of ERP implementation knowledge transfer. **Information & Management**, v. 45, n. 8, p. 528-539, 2008. ISSN 0378-7206.

YE, Y. et al. Ontology-based semantic models for supply chain management. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 37, n. 11-12, p. 1250-1260, 2008. ISSN 02683768

(ISSN). Disponível em: <
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-45749126405&partnerID=40&md5=04d4f4a01359fd17fff7f0b5b5e7c1b0>>

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 3a. edição, Porto Alegre. Bookman, 2005.

YU, H.; THAPA, G. B. A cross-docking framework for supply chain logistics in production scheduling. **Journal of Institute of Science and Technology**, v. 19, n. 1, p. 39-44, 2015. ISSN 2467-9240.

YÜZGÜLEC, G. et al. Supply chain execution supported by logistics IT services. In: (Ed.). **Efficiency and Logistics: Springer**, 2013. p.217-227.

ZACHAREWICZ, G.; DESCHAMPS, J.-C.; FRANCOIS, J. Distributed simulation platform to design advanced RFID based freight transportation systems. **Computers in Industry**, v. 62, n. 6, p. 597-612, Aug 2011. ISSN 0166-3615. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000294747600006

ZAMMORI, F.; BIGLIARDI, B.; CARMIGNANI, G. Selecting inbound logistic policies: an ANP-based multi criteria decision making approach. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 19, n. 2, p. 212-244, 2014. ISSN 1742-7967.

ZAMPOU, E.; PRAMATARI, K.; MOURTOS, I. **Design of Environmental Performance Monitoring Systems in the Supply Chain: The Role of Interoperability**. 2015.

ZHOU, G. et al. Evaluating the comparative efficiency of Chinese third-party logistics providers using data envelopment analysis. **International Journal of physical distribution & logistics management**, v. 38, n. 4, p. 262-279, 2008. ISSN 0960-0035.

ZSIDISIN, G. A. et al. Examining supply market scanning and internal communication climate as facilitators of supply chain integration. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 20, n. 5, p. 549-560, 2015. ISSN 1359-8546.

ZUTSHI, A.; GRILO, A.; JARDIM-GONCALVES, R. The business interoperability quotient measurement model. **Computers in Industry**, v. 63, n. 5, p. 389-404, 2012. ISSN 0166-3615.

APÊNDICE A

Questionário de aplicação do Modelo de Medição da IOL

Avaliando na escala de 5 (alta) a 1 (baixa), como se dão as ações e esforços da logística de sua empresa ?

1. Logística Interna

1.1 Produção

(PR_1) O compartilhamento de informações da produção com outras áreas da empresa

(PR_2) Produção Just-in-time

(PR_3) O fluxo de informação é utilizado entre produção e outros sistemas

(PR_4) Critérios de garantia da qualidade para insumos para a produção

(PR_5) O PCP é considerado junto com a manufatura como estratégico para a companhia; e trabalhando com: Plano de Produção ou Plano Mestre de Produção e Programação de Produção

(PR_6) O PCP tem um fluxo de informação que interage com outras áreas e setores: capacidade de produção, tecnologia, recursos humanos, qualidade. Engenharia, marketing, manutenção, logística e desenvolvimento

(PR_7) O PCP - controla a análise do custo padrão de ordens abertas e há rotinas de encerramentos de ordens no mês de abertura e tem indicador OEE

1.2 Armazenamento

(AZ_1) Informatização do depósito por sistemas ERP

(AZ_2) Utilização de código de barras ou RFID

(AZ_3) Os símbolos/etiquetas na embalagem como empilhamento, armazenamento e manuseio são padronizados?

(AZ_4) Existem paletes padrão e cargas unificas ao receber materiais

(AZ_5) Flexibilidade de armazenamento e locais de otimização de uso

(AZ_6) O layout leva em conta a minimização da distância entre a área do armazém e a produção, proporcionando uma melhor integração?

1.3 Sistemas

(SI_1) O sistema de informação está disponível para toda a empresa e todas as atividades são desenvolvidas no ambiente ERP, evitando retrabalho

(SI_2) O ERP fornece: integração, rapidez, disponibilidade de informação para a tomada de decisão ea empresa tem acesso à gestão com logins e níveis de responsabilidade.

(SI_3) A Empresa usa um sistemas ERP corporativo

(SI_4) Alinhamento de sistemas empresariais com nível de planejamento estratégico

(SI_5) Integração dos sistemas com a Logística

1.4 Simulações

(SM_1) O sistema informatizado ERP suporta o planejamento de materiais e produção? permitindo simulações?

(SM_2) Liderança tem rotina de checagem dos sistemas visando melhor gerenciamento

(SM_3) Os sistemas computadorizados são capazes de visualizar e simular o processo logístico ?

(SM_4) A empresa tem sistemática de coleta, verificação e atualização de informações visando tomada de decisão e melhoria do desempenho.

2. Logística Inbound

2.1. Abastecimento

(ABS_1) O abastecimento da área de manufatura é executada pela equipe de logística

(ABS_2) Há controle sobre o tempo de suprimento para evitar qualquer parada de linha e / ou máquinas

(ABS_3) Existe um nível mais elevado de confiança ao longo da cadeia de abastecimento

(ABS_4) O relacionamento mais colaborativo com fornecedores tem um impacto positivo no desempenho

(ABS_5) Informações são compartilhadas entre a empresa e os fornecedores

(ABS_6) A integração entre os fornecedores e a empresa quanto a gestão de inventário

(ABS_7) Flexibilidade para atender demandas inesperadas

(ABS_8) Ajudar os fornecedores a aumentarem suas capacidades JIT e Milk Run

2.2. Nível organizacional

(NO_1) Interoperabilidade no nível operacional

(NO_2) Interoperabilidade no nível gerencial

(NO_3) Interoperabilidade no nível Estratégico

2.3. Transporte interno

(TR_1) Recepção, alocação e fornecimento industrial são executados de forma padronizada

(TR_2) Há integração para o manuseio entre o recebimento do depósito

(TR_3) A empresa possui em suas operações internas: operação manual de equipamentos e equipamentos motorizados, tais como: carrinhos, elevadores manuais e motorizados, empilhadeiras e outros

(TR_4) A área de transportes internos manuseia o inventário

(TR_5) A separação ou a preparação do pedido atende requisitos da produção e / ou a PCP

(TR_6) A informação é compartilhada entre produção e estoques?

3. Logística Outbound

3.1. Distribuição

(DT_1) Após a recepção dos pedidos e / ou previsões sofrem análise crítica da informação recebida

(DT_2) A companhia utiliza algumas tecnologias: EDI = Electronic Data Interchange Bar Code RFID = Radio Frequency Identification Quick Response ECR = Efficient Consumer Response

(DT_3) Planejamento, Previsão e Reabastecimento Colaborativo;

(DT_4) Flexibilidade no atendimento e satisfação das necessidades de seus clientes

(DT_5) Entrega pontual diretamente aos clientes

(DT_6) Rotina de monitoramento de reclamações dos clientes

(DT_7) Integração de informações em toda a cadeia de suprimentos

3.1. Operador Logístico (3PL)

(OPL_1) Integração das atividades através da SCM

(OPL_2) A empresa tem sistemática de coleta, verificação e atualização de informações visando tomada de decisão e melhoria do desempenho.

(OPL_3) Diversos níveis de serviço ao cliente

(OPL_4) Sistema de comunicação e informação da cadeia de abastecimento compatível

(OPL_5) Localização próxima dos clientes

3.2 Tipos de uso

(USO_1) O compartilhamento de ativos e fluxos de informação tem um impacto positivo no grau de IOL

(USO_2) A Interação de ativos e fluxos de informação tem um impacto positivo no grau de IOL

(USO_3) A Compatibilidade de ativos e fluxos de informação tem um impacto positivo no grau de IOL

(USO_4) A Colaboração de ativos e fluxos de informação tem um impacto positivo no grau de IOL

4. Estratégia

4.1. Estratégia de relacionamento com o cliente

(ESC_1) Determinar os fatores-chave para melhorar a satisfação do cliente

(ESC_2) Contratos de longo-prazo com os clientes

(ESC_3) Uso de práticas de produção JIT

(ESC_4) Entrega pontuais diretamente aos pontos de coleta do cliente

(ESC_5) Assistência e suporte mais acessíveis aos clientes

(ESC_6) Utilização de EDI e ERP

(ESC_7) Liderança com sistemática de análise crítica com realimentação de informações no MRP

4.2. Estratégia de relacionamento com Fornecedores

(ESF_1) Promoção dos princípios JIT

(ESF_2) Busca pela melhoria da taxa de entregas

(ESF_3) Exigência quanto à localização dos fornecedores próxima da planta industrial

(ESF_4) Tempo de responsividade mínimo para emergências e demandas não previstas

(ESF_5) Existem diferentes negociações para casos de problemas fiscais:

interestaduais, locais e regionais (ESF_6) Comunicação e tratamento às perdas existentes

4.3. Estratégia de relacionamento com a Cadeia de Suprimentos

(ESCM_1) Engajamento da equipe a prover aos clientes qualidade e prioridade

(ESCM_2) Integração entre fluxos de materiais e informações ao longo da cadeia de valor

(ESCM_3) Criação de equips (grupos de trabalho) incluindo membros de diferentes empresas

(ESCM_4) Contato com os usuários finais suas cadeias de suprimentos "para feedback

(ESCM_5) Uso de 3PL

(ESCM_6) integração das atividades em toda a cadeia de abastecimento

(ESCM_7) Compartilhamento informal de informações com fornecedores e clientes

(ESCM_8) Interação entre áreas referente ao ciclo do pedido até o atendimento

APÊNDICE B

DADOS DA EMPRESA DO PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS

1. Segmento: Plástico / Componente
2. Data de fundação: 1975
3. No de colaboradores: 380
4. Parque Fabril: 30 máquinas injetoras
5. Área construída: 16.500 m²
6. Capacidade: 750 TON / Mês
7. Certificações: ISO 9001 e ISO 14001
8. Registros fotográficos da empresa

a. Foto aérea



b. Linhas de produção

