

CLAUDEMIR LEIF TRAMARICO

AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DA EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE
SUPRIMENTOS

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia, Campus de Guaratinguetá,
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para a obtenção do título
de Doutor em Engenharia Mecânica na
Área de Gestão e Otimização.

Orientador: Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

Guaratinguetá

2016

T771a	<p>Tramarico, Claudemir Leif</p> <p>Avaliação multicritério da educação na gestão da cadeia de suprimentos / Claudemir Leif Tramarico – Guaratinguetá, 2016 112 f. : il. Bibliografia: f. 93-104</p> <p>Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016. Orientador: Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon Coorientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins</p> <p>1. Processo decisório por critério múltiplo. 2. Logística empresarial. 3. Investimentos na educação Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 65.012.4(043)</p>
-------	---

CLAUDEMIR LEIF TRAMARICO

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: GESTÃO E OTIMIZAÇÃO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. José Antonio Perrella Balestieri
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. VALÉRIO ANTONIO PAMPLONA SALOMON
Orientador/UNESP


Prof. Dr.ª ARMINDA EUGENIA MARQUES CAMPOS
UNESP-FEG


Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA
UNESP-FEG


Prof. Dr. CARLOS ALBERTO MOREIRA DOS SANTOS
EEL/USP


Prof. Dr. RAFAEL DE CARVALHO MIRANDA
UNIFEI

Setembro de 2016

À Nanci,
companheira de todas as horas.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus e a cada pessoa que diretamente ou indiretamente contribuiu na realização deste trabalho, aos amigos e familiares.

Aos professores do Departamento de Produção por suas contribuições para o meu desenvolvimento.

Em especial aos meus orientadores Professor. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon e Professor Dr. Fernando Augusto Silva Marins que jamais deixaram de me incentivar. Sem as suas orientações, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível.

À Professora Ligia Urbina pelo suporte e incentivo nesta pesquisa.

À Sra. Margarida Correa Leite, secretária do Departamento de Produção, por sua dedicação e atenção.

Agradeço ao CNPQ e FAPESP pelo incentivo à pesquisa, em especial no meu trabalho.

Por fim, agradeço aos membros da banca que gentilmente aceitaram participar do julgamento desta pesquisa.

Este trabalho contou com apoio da seguinte entidade

FAPESP: Auxílio à Pesquisa, Processo 13/03525-7

“O desejo profundo da humanidade pelo conhecimento
é justificativa suficiente para nossa busca contínua.”

Stephen Hawking

TRAMARICO, C. L. **Avaliação multicritério da educação na gestão da cadeia de suprimentos**. 2016. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

RESUMO

A Gestão da Cadeia de Suprimentos ou *Supply Chain Management* (SCM) é um fator crítico no cenário global. É esperado o investimento em programas de educação para permitir, por exemplo, o desenvolvimento do conhecimento e habilidades dos colaboradores, relacionados com a melhoria e domínio das funções de SCM. Este trabalho descreve uma pesquisa que teve como objetivo evidenciar justificativas para adoção de programas de educação em SCM, propor um modelo para avaliação da educação na SCM e aplicá-lo em uma indústria. Na primeira abordagem foram avaliados os principais programas de educação profissional em SCM, o resultado apontou que o melhor foi o programa Certificado de Gestão em Produção e Estoque, ou *Certified Production and Inventory Management* (CPIM). Na segunda abordagem foi avaliado o CPIM nas competências essenciais da empresa que foi o objeto do estudo, o principal resultado da avaliação evidenciou que ele é eficaz para essa finalidade. Na terceira abordagem foram avaliados, do ponto de vista gerencial, o CPIM e o *Supply Chain Operations Reference Model* (SCOR). Como conclusão, obteve-se que os programas de educação devem desenvolver habilidades em SCM e *Green Supply Chain* (GSCM). Na quarta abordagem foi avaliada a maturidade em SCM em três unidades de negócios da empresa estudada, e, neste caso, os resultados da avaliação não revelaram diferença alguma nos níveis de maturidade, quando comparados à medida absoluta de maturidade obtida pelo *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Finalmente, foi avaliada a relação entre os níveis de maturidade e os componentes do CPIM, e os resultados confirmaram que ele pode contribuir para melhorar os níveis de maturidade em SCM.

PALAVRAS-CHAVE: Decisão multicritério. Gestão da cadeia de suprimentos. Programa de educação.

TRAMARICO, C. L. **Multi-criteria assessment of education in supply chain management**. 2016. 112 f. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

ABSTRACT

Supply Chain Management (SCM) is a critical factor in the global scenario. The expected investment in education programs to allow, for instance, the development of knowledge and skills of employees related to the improvement and mastery of SCM functions. This work describes a research that aimed at demonstrating reasons for the adoption of educational program in SCM, propose a method to assess of education in SCM and apply it in an industry. The first approach was assessment the main professional SCM educational programs, the result among the assessment programs considered the Certified Production and Inventory Management (CPIM) the best. In the second approach was rated the SCM education program on core competencies, the main result of the assessment was the proof that the SCM education program is effective for this purpose. In the third approach were assessed, the managerial point of view, the CPIM and Supply Chain Operations Reference Model (SCOR). As a conclusion, was obtained that education programs should develop skills in SCM and Green Supply Chain (GSCM). In the fourth approach was assessed the SCM in three company's three business units, and in this case, the evaluation results revealed no difference in maturity levels, when compared to the absolute measure of maturity achieved by the Analytic Hierarchy Process (AHP). Finally, the relationship between the maturity level and the components of the CPIM was assessed, and the results confirmed that it can be contributes to improve SCM maturity levels.

KEYWORDS: Multi-criteria decision. Supply chain management. Education program.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção física industrial.....	23
Figura 2 – Fluxograma e protocolo da pesquisa.....	27
Figura 3 – Fluxo da pesquisa na estrutura da tese.....	29
Figura 4 – Número de publicações em periódicos científicos (1980–2004).....	31
Figura 5 – Métodos de tomada de decisão multicritério.....	32
Figura 6 – Publicações SCM e AHP.....	33
Figura 7 – Citações SCM e AHP.....	34
Figura 8 – Rede original de citações (a) e redução transitiva da rede (b).....	35
Figura 9 – Rede de citação SCM e AHP.....	35
Figura 10 – Estrutura típica de um modelo de maturidade.....	39
Figura 11 – Publicações maturidade em SCM.....	40
Figura 12 – Citações maturidade em SCM.....	40
Figura 13 – Rede de citação maturidade em SCM.....	41
Figura 14 – Fluxo de aplicação do AHP.....	47
Figura 15 – Hierarquia de critérios para seleção de fornecedores.....	50
Figura 16 – Sistema de fornecimento, produção e distribuição física.....	53
Figura 17 – Modelo SCOR.....	56
Figura 18 – O processo de conversão do conhecimento das instituições de SCM.....	63
Figura 19 – Modelo para avaliação da educação em SCM.....	67
Figura 20 – Hierarquia para avaliação de programas de educação em SCM.....	70
Figura 21 – Análise de sensibilidade.....	74
Figura 22 – Hierarquia para avaliar de programa de educação em SCM e competências.....	77
Figura 23 – Hierarquia para avaliação de programa de educação em SCM e SCOR.....	81
Figura 24 – Níveis de maturidade do SCPM3.....	84
Figura 25 – Hierarquia para avaliação de maturidade em SCM.....	85
Figura 26 – Níveis de maturidade e medida absoluta do AHP.....	86
Figura 27 – Relação entre SCPM3 e componentes CPIM.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo dos dados SCM e AHP.....	33
Tabela 2 – Resumo de dados SCM e maturidade	39
Tabela 3 – Importância dos critérios.....	50
Tabela 4 – Desempenho dos fornecedores com relação à entrega.....	50
Tabela 5 – Desempenho dos fornecedores com relação à qualidade	51
Tabela 6 – Desempenho dos fornecedores com relação ao preço.....	51
Tabela 7 – Matriz de decisão	51
Tabela 8 – Vetor de decisão.....	52
Tabela 9 – Prioridade dos subcritérios de benefício para o indivíduo	70
Tabela 10 – Prioridade dos subcritérios de benefício para organização	71
Tabela 11 – Escala <i>default</i> para medição absoluta.....	71
Tabela 12 – Avaliação quantitativa dos programas de educação em SCM	72
Tabela 13 – Prioridade global dos subcritérios	73
Tabela 14 – Avaliação global dos programas de educação em SCM	74
Tabela 15 – Quantidade de avaliações.....	77
Tabela 16 – Prioridade agregada.....	78
Tabela 17 – Prioridades dos critérios.....	81
Tabela 18 – Prioridade global dos critérios e subcritérios	82
Tabela 19 – Avaliação quantitativa do programa de educação em SCM e SCOR	83
Tabela 20 – Medida absoluta no AHP	85
Tabela 21 – Avaliação da maturidade em SCM	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indústria química no Brasil de classificação de produtos	22
Quadro 2 – Classificação da pesquisa	26
Quadro 3 – Caracterização dos respondentes.....	28
Quadro 4 – Grupo I da rede de citação SCM e AHP.....	36
Quadro 5 – Grupo II da rede de citação SCM e AHP	37
Quadro 6 – Grupo III da rede de citação SCM e AHP	38
Quadro 7 – Escala fundamental.....	46
Quadro 8 – Desempenho de três fornecedores de um mesmo produto	49
Quadro 9 – Categorias de processo SCOR.....	57
Quadro 10 – Instituições de SCM	60
Quadro 11 – Benefícios individuais e organizacionais	64
Quadro 12 – Níveis de competências	65
Quadro 13 – Competências do profissional	66
Quadro 14 – Instituições e programas de educação em SCM	69
Quadro 15 – Avaliação qualitativa dos programas de educação em SCM.....	72
Quadro 16 – Competências essenciais da empresa	76
Quadro 17 – Categorias SCOR adaptadas a GSCM.....	80
Quadro 18 – Avaliação qualitativa do programa de educação em SCM e SCOR.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ACPF	<i>Advanced Certified Professional Forecaster</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
APICS	<i>Association for Operations Management</i>
BSCM	<i>Basics of Supply Chain Management</i>
CMM	<i>Capability Maturity Model</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CPIM	<i>Certified Production and Inventory Management</i>
CPSC	<i>Certified Professional in Supply Management</i>
CRP	<i>Capacity Requirements Planning</i>
CSCM	<i>Certified Supply Chain Manager</i>
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DSP	<i>Detailed Scheduling and Planning</i>
ECL	<i>European Certified Logistician</i>
ECO	<i>Execution and Control of Operations</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
ELA	<i>European Logistics Association</i>
ELECTRE	<i>Elimination et Choix Traduisant la Réalité</i>
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
IBF	<i>Institute of Business Forecasting & Planning</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISCEA	<i>Supply Chain International Education Alliance</i>
ISM	<i>Institute for Supply Management</i>
GSCM	<i>Green Supply Chain Management</i>
MAUT	<i>Multi-Attribute Utility Theory</i>
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
MCDM	<i>Multi-Criteria Decision-Making</i>
MPR	<i>Master Planning of Resources</i>
MRP	<i>Materials Requirements Planning</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PMMM	<i>Project Management Maturity Model.</i>
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation</i>
SC	<i>Supply Chain</i>

SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SC PRO	<i>Supply Chain Professional</i>
SCOR	<i>Supply Chain Operations Reference Model</i>
SCPM3	<i>Supply Chain Process Management Maturity Model</i>
SECI	Socialização, Externalização, Combinação e Internalização
SMR	<i>Strategic Management of Resources</i>
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution</i>
WBI	<i>Web-Based Interchange</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E QUESTÕES DA PESQUISA	17
1.2 OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E OBJETO DE ESTUDO	19
1.2.1 Objetivos geral e específicos	19
1.2.2 Justificativas	20
1.2.3 Objeto de estudo	22
1.2.4 Contexto da empresa estudada	23
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	25
2. ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	26
2.1 MÉTODO DE PESQUISA	26
2.2 FLUXO E PROTOCOLO DE PESQUISA	27
2.3 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	30
2.3.1 Métodos de tomada de decisão multicritério.....	30
2.3.2 Gestão da Cadeia de Suprimentos e Analytic Hierarchy Process	32
2.3.3 Modelos de maturidade na Gestão da Cadeia de Suprimentos.....	38
2.4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO.....	45
2.4.1 Analytic Hierarchy Process	45
2.4.2 Analytic Hierarchy Process e medição absoluta	48
2.4.3 Exemplo prático de aplicação do método Analytic Hierarchy Process.....	49
3. REFERENCIAL TEÓRICO	53
3.1 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	53
3.1.1 Generalidades sobre Gestão da Cadeia de Suprimentos.....	53
3.1.2 Modelo de referência na Gestão da Cadeia de Suprimentos	55
3.1.3 Gestão da Cadeia de Suprimentos verde	58
3.2 EDUCAÇÃO E GESTÃO DO CONHECIMENTO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	59
3.2.1 Educação na Gestão da Cadeia de Suprimentos.....	59
3.2.2 Instituições de Gestão da Cadeia de Suprimentos	60
3.2.3 Gestão do conhecimento na Gestão da Cadeia de Suprimentos	61
3.3 GESTÃO POR COMPETÊNCIAS.....	65
4. AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	67
4.1 MODELO PROPOSTO PARA AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	67

4.2	AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	69
4.3	AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE PROGRAMA DE EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NAS COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS	76
4.4	AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE PROGRAMA DE EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E NO MODELO SCOR.....	79
4.5	MATURIDADE NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	84
4.5.1	Avaliação multicritério da maturidade na Gestão da Cadeia de Suprimentos	84
4.5.2	Relação entre níveis de maturidade e componentes do Certificado de Gestão em Produção e Estoque.....	87
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
5.1	CONCLUSÕES DA PESQUISA	90
5.2	SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE PESQUISA PÓS-TREINAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE PROGRAMA DE EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NAS COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS	105
	APÊNDICE B – ROTEIRO DE PESQUISA MATURIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	107
	APÊNDICE C – DEMAIS TRABALHOS CIENTÍFICOS RESULTANTES DA PESQUISA DE DOUTORADO.....	112

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E QUESTÕES DA PESQUISA

A Gestão da Cadeia de Suprimentos ou *Supply Chain Management* (SCM) é um fator crítico no cenário global (HULT; KETCHEN; ARRFELT, 2007). SCM como capacidade organizacional tem uma base de conhecimento recente (GRIMM, *et al.*, 2015), que está sendo acumulada, validada e certificada por grupos como a *Association for Operations Management* (conhecida por APICS, anteriormente *American Production and Inventory Control Society*).

Em tal contexto, SCM compreende o "desenho, planejamento, execução, controle e monitoramento das atividades da cadeia de suprimentos ou *Supply Chain* (SC) com o objetivo de criar valor, a construção de uma infraestrutura competitiva, aproveitando a logística em todo o mundo, a sincronização de oferta e demanda, com a medição do desempenho global" (BLACKSTONE, 2013, p.172).

Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde ou *Green Supply Chain Management* (GSCM) é uma expansão da SCM com foco em questões ambientais como as práticas de sustentabilidade ambiental, a eliminação de resíduos e melhor utilização dos recursos (ZHU; SARKIS; LAI, 2012).

A capacidade em SCM abrange múltiplas funções, que precisam ser aprendidas ao longo do tempo pelas organizações. A educação em SCM é essencial para envolver e melhorar as redes no valor global, que coordenam "... o que deve ser produzido, como deve ser produzido, e [...] como o fluxo de produtos ao longo da SC deve ser tratado" (HUMPHREY; SCHMITZ, 2002, p.1021).

Um programa de educação em SCM deve contribuir para desenvolver os conceitos, a terminologia e estratégias relacionadas com a SCM, tais como: Gestão da Demanda, Programação Mestre da Produção, Planejamento de Materiais, Gestão de Capacidade, Vendas e Planejamento de Operações, Ambientes de Produção e Processo, Compras, Distribuição Física, Medidas de Desempenho, Relacionamento com Fornecedores, Sistemas de Qualidade, Melhoria Contínua e Produção Enxuta.

Como a educação em SCM é considerada uma vantagem estratégica na economia global (LUMMUS, 2007), a maioria das organizações tem investido para desenvolver capacidades de SCM, por meio da educação, fornecendo uma perspectiva ampla de toda a SC, as suas funções, as suas relações, e o conhecimento para entender como as SC globais se integram.

Na verdade, é esperado o investimento em programas de educação também para permitir, por exemplo: o desenvolvimento da base de conhecimentos dos colaboradores e habilidades,

relacionado com a melhoria e domínio das funções de SCM, a educação dos membros da equipe ou apoio que interagem com as atividades da SC, ajudando-os a aumentar a eficiência e gerar melhorias, e a adoção e utilização eficaz das novas tecnologias de informação; o desenvolvimento e aperfeiçoamento de práticas de SCM que promovem a gestão eficaz em ambientes dinâmicos (TRACEY; SMITH-DOERFLEIN, 2001).

Empresas de todo o mundo há vários anos têm investido em programas de educação em SCM, no entanto, algumas empresas condicionaram a continuidade dos programas à avaliação dos seus benefícios.

A maioria das metodologias tradicionais de avaliação do retorno dos investimentos para iniciativas em programas de educação utilizam medidas financeiras e não financeiras (SATIMAN; ABU MANSOR; ZULKIFLI, 2015; BUKOWITZ; WILLIAMS; MACTAS, 2004), mas não satisfazem a necessidade da empresa para informações mais detalhadas sobre os impactos dos investimentos em sua base de recursos, capacidades e competências. Algumas abordagens de avaliação adotadas mostraram a relação entre as práticas de SCM e desempenho (ZHU; SARKIS, 2004; LI *et al.*, 2006).

Nesse sentido, Cheung, Myers e Mentzer (2010, p.481) apresentaram evidências de que, "para ambos os compradores e fornecedores, a aprendizagem é uma relação crítica, e um componente estratégico de valor".

Em outra abordagem, por terem em vista a educação em SCM com foco na dimensão da aprendizagem, Manyathi e Niyimbanira (2014) detectaram problemas atribuídos à necessidade de reforçar seu programa de treinamento em SCM, utilizando teorias de aprendizagem, como orientação, na sua concepção, no desenvolvimento e na implementação, de modo a aumentar a competência da força de trabalho.

Diante da problemática apresentada, para compreender como ocorre os benefícios advindos de treinamentos em SCM esta tese é resultado de uma investigação de caráter empírico, na qual questionamentos acerca da avaliação de educação em SCM foi realizado.

Dessa maneira, essa tese procura responder a esta questão principal: quais as justificativas para adoção de programas de educação em SCM? Assim para respondê-la e realizar os estudos a que se propõe, a questão foi dividida em outras quatro:

- Como avaliar os principais programas de educação em SCM?
- Quais as contribuições de um programa de educação em SCM nas competências essenciais?
- Quais os benefícios de um programa de educação em SCM baseado em um modelo de referência?

— Qual o nível de maturidade e a relação com um programa de educação em SCM?

Deste modo, em busca de respostas para essas questões, foram estabelecidos os objetivos geral e específicos descritos na sequência.

1.2 OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E OBJETO DE ESTUDO

1.2.1 Objetivos geral e específicos

O objetivo geral da tese é evidenciar justificativas para adoção de programas de educação em SCM. O propósito da pesquisa é propor um método para avaliação da educação na SCM e aplicá-lo em uma indústria.

Os objetivos específicos incluem:

- Avaliar os principais programas de educação profissional em SCM.
- Analisar a contribuição de um programa de educação em SCM nas competências essenciais.
- Avaliar os benefícios de um programa de educação baseado nas categorias do modelo de referência.
- Avaliar o nível de maturidade e identificar a relação com um programa de educação em SCM.

1.2.2 Justificativas

No setor industrial, a avaliação de um programa educação em SCM geralmente é baseada na percepção do participante, mas os benefícios não emergem a partir de qualquer modelo estruturado. Assim, foi configurada uma abordagem de avaliação, que inclui um conjunto de benefícios individuais e organizacionais.

A revisão da literatura indica uma descrição detalhada dos benefícios individuais: reconhecimento individual, aumento do conhecimento em SCM, reconhecimento da credencial e validação do conhecimento e habilidades. Apresenta também uma descrição detalhada dos benefícios organizacionais: entendimento comum do vocabulário e processo, uso de melhores práticas, aumento do desempenho da empresa, conhecimento e habilidades comprovadas (TRAMARICO *et al.*, 2015a).

No entanto, ponderou-se um procedimento de avaliação que considera os principais benefícios que os tomadores de decisão da empresa esperam do programa de educação em SCM. De fato, as expectativas foram associadas à contribuição do programa de educação em SCM no desenvolvimento dos recursos internos e capacidades da empresa.

Portanto, as empresas procuram pelas medidas dos impactos dos programas de educação sobre competências pessoais, organizacionais e das competências essenciais. Na visão das empresas, um programa de educação em SCM deve desenvolver competências pessoais, melhorando a habilidade do colaborador para aplicar seu conhecimento, competências, habilidades e outras características que são necessários para realizar funções em SCM (DRAGANIDIS; MENTZAS, 2006; JACKSON; SHULER, 2003).

Além disso, de acordo com as empresas, um programa de educação em SCM deve desenvolver competências ou capacidades organizacionais, o que poderia ser visto como "conjuntos de habilidades dos membros individuais da organização e, ao mesmo tempo, elementos de conhecimento incorporado a organização, rotinas, etc."(CORIAT; DOSI, 2002, p.284) que representam *know-how* organizacional sobre as funções de SCM e sua capacidade de realizar a coordenação, integração e orquestração do conjunto de tarefas necessárias, utilizando os recursos organizacionais com a finalidade de alcançar resultados de negócios (HEL FAT; PETERAF, 2003; LE BOTERF, 1998; FLEURY; FLEURY, 2004).

Os tomadores de decisão das empresas esperam que os investimentos em programa de educação em SCM tenham um impacto nas competências essenciais da empresa, que são aquelas competências que a empresa aproveita a fim alcançar uma vantagem competitiva

(PRAHALAD; HAMEL, 1990), e que por sua vez são apoiadas por outras competências organizacionais (FLEURY; FLEURY, 2004) como a SCM.

Os modelos de maturidade apareceram pela primeira vez na Gestão da Qualidade (ESTAMPE *et al.*, 2013). Um modelo de maturidade conhecido derivado da abordagem Gestão da Qualidade é o CMM (*Capability Maturity Model*) desenvolvido na Universidade Carnegie Mellon (WENDLER, 2012). O CMM é uma estrutura que contém as principais práticas que fazem parte de processos para o desenvolvimento ou manutenção de *software* (PAULK *et al.*, 1993).

Os modelos de maturidade fornecem um diagnóstico para descrever o caminho de melhoria de um processo imaturo para um maduro, definindo níveis ou estágios. Ou seja, os modelos têm como objetivo avaliar de forma sistemática e identificar as oportunidades de melhoria (LOOY; BACKER; POELS, 2014; PAULK *et al.*, 1993).

Em Gestão de Projetos também existem modelos para avaliação da maturidade, os *Project Management Maturity Model* (PMMM). Os PMMM são iniciativas baseadas na necessidade de gerenciar projetos de sucesso (SOUZA *et al.*, 2012).

CMM e PMMM são estruturados em cinco níveis. Para ser classificada em um Nível, a empresa deve satisfazer às exigências deste Nível, e também as exigências do nível anterior. Assim, por exemplo, se uma empresa satisfaz os requisitos dos Níveis 1 e 2, mas não preenche os requisitos de Nível 3, deve ser classificada no Nível 2 (SOUZA *et al.*, 2012).

Identifica-se, por meio da pesquisa realizada por Aryee *et al.* (2008), que a integração é um dos principais componentes na relação SCM e maturidade. A integração interna da SCM baseou-se na utilização do *Enterprise Resources Planning* (ERP) e do *Material Requirements Planning* (MRP). A integração externa da SCM, identificada com fornecedores e clientes, baseou-se na utilização do *Web-Based Interchange* (WBI) e *Electronic Data Interchange* (EDI).

Existem diferentes modelos de maturidade em SCM que podem ser testes de auditoria, testes utilizados para avaliação e, ainda, ferramentas de melhorias (NETLAND; ALFINES, 2011). Consultorias, como a Booz Allen Hamilton, IBM e Oliver Wight, utilizam modelos para avaliar, identificar as lacunas e oportunidades de melhoria em SCM. A IBM desenvolveu o seu próprio modelo para avaliação da maturidade que considera os níveis: estático, excelência funcional, integração horizontal e colaboração externa. A Oliver Wight, a partir do entendimento das necessidades das empresas, criou o *Class A Checklist* para excelência nos negócios baseado nos requerimentos dos processos de SCM.

1.2.3 Objeto de estudo

A indústria química está presente em praticamente todos os bens de consumo e em todas as atividades econômicas, oferecendo soluções e contribuindo para a melhoria dos processos e a qualidade dos produtos. Intensivo em capital, em conhecimento e em recursos humanos qualificados, o segmento produz uma grande quantidade e variedade de insumos para todos os setores. Os investimentos da química são de grande porte, intensivos em capital e caracterizados por elevados prazos de maturação e extensa vida útil (ABIQUIM, 2016).

A classificação da indústria química e de seus segmentos já foi motivo de muitas divergências. Com o objetivo de eliminar quaisquer divergências, a Organização das Nações Unidas (ONU), há alguns anos, aprovou nova classificação internacional para a indústria química para *International Standard Industry Classification (ISIC)*.

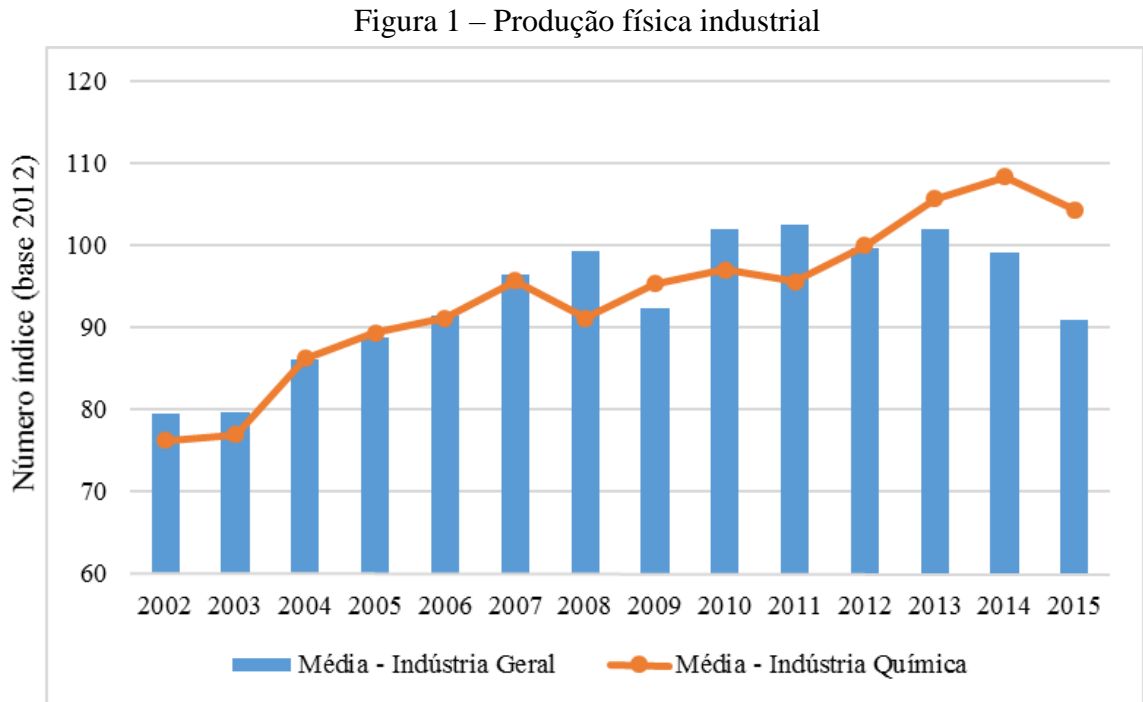
No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o apoio da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), definiu, com base nos critérios aprovados pela ONU, uma nova Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e promoveu o enquadramento de todos os produtos químicos na classificação das divisões 20 e 21 da CNAE, e podem ser observados no Quadro 1 (ABIQUIM, 2016).

Quadro 1 – Indústria química no Brasil de classificação de produtos

CNAE	Descrição
20	Fabricação de produtos químicos
20.1	Fabricação de produtos químicos inorgânicos
20.2	Fabricação de produtos químicos orgânicos
20.3	Fabricação de resinas e elastômeros
20.4	Fabricação de fibras artificiais e sintéticas
20.5	Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários
20.6	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
20.7	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes lacas e produtos afins
20.9	Fabricação de produtos e preparados químicos diversos
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
21.1	Fabricação de produtos farmoquímicos
21.2	Fabricação de produtos farmacêuticos

Fonte: ABIQUIM (2016)

A indústria nacional tem apresentado uma evolução da produção física (quantidade produzida). A indústria química representa um setor econômico expressivo. A Figura 1 (IBGE, 2016) demonstra que a evolução da produção física média deste setor (quantidade produzida) tem sido superior à da indústria em geral nos últimos quatro anos.



Fonte: IBGE (2016)

Notas Metodológicas o índice usado na Figura 1 apresenta a evolução percentual tendo o ano base 2012 como referência. A série encadeada tem como referência a média mensal de 2012 = 100 e não altera as séries dos índices anteriores a 2012 nas seguintes comparações: mês contra igual mês do ano anterior, acumulado no ano e acumulado nos últimos 12 meses (IBGE, 2016).

1.2.4 Contexto da empresa estudada

A pesquisa de avaliação da educação em SCM foi realizada em uma indústria química que é uma multinacional presente em 170 países com produção em 40 deles, cuja unidade localizada em São Paulo conta com cerca de 4.000 colaboradores. Ela inclui-se entre as 10 maiores empresas do setor químico e petroquímico. Com um portfólio de 8.000 produtos, a empresa tem oferecido importantes contribuições para os segmentos de produtos para

agricultura, químicos, produtos de performance, plásticos, petróleo e gás. A empresa está presente em quatro continentes.

A empresa é membro ativo da iniciativa United Nations Global Compact desde 2000, uma política estratégica para empresas comprometidas em alinhar suas operações e estratégias com dez princípios universalmente aceitos nas áreas de direitos humanos, trabalho, meio ambiente e combate à corrupção.

A meta da empresa estudada é inovar, fazer os clientes mais bem-sucedidos, dirigindo soluções sustentáveis e formar a melhor equipe. Apesar do alinhamento entre a missão desta empresa e os princípios da SCM, a empresa reconhece a necessidade de capturar e reter o conhecimento por meio da educação em SCM. A empresa acredita que o aprendizado em SCM aumenta as competências dos colaboradores, o seu potencial criativo, as oportunidades de carreira e a interdependência com os processos.

Existe um programa de educação em SCM ativo para todos os colaboradores da área de SCM refletindo as necessidades atuais e futuras da organização, o programa conta com 5 módulos e 32 horas cada um e foi implantado na empresa estudada para preparar e obter o CPIM. Mais de 100 colaboradores participaram do programa de educação.

O programa de educação em SCM é usado para desenvolver as capacidades individuais e de equipe. A sua avaliação foi baseada na percepção do participante, mas os benefícios não emergem a partir de qualquer modelo estruturado.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi estruturado em cinco capítulos, subdivididos em seções. O Capítulo 1 traz a introdução, é voltado à contextualização do problema e questões de pesquisa. Além disso, as justificativas, objeto de estudo e os objetivos da pesquisa são apontados.

No Capítulo 2 apresenta-se a abordagem metodológica necessária para o desenvolvimento da pesquisa. Ele é composto por seções que abordam o método de pesquisa, protocolo de pesquisa, fluxo de pesquisa, assim como o detalhamento da pesquisa bibliográfica que aborda a SCM, os modelos de maturidade em SCM e os métodos de tomada de decisão multicritério. O Capítulo 2 encerra-se com a análise multicritério incluindo *Analytic Hierarchy Process* (AHP), exemplo prático de aplicação e medição absoluta.

No Capítulo 3 apresenta-se a fundamentação teórica para SCM incluindo o modelo de referência em SCM ou *Supply Chain Operations Reference Model* (SCOR), e GSCM. O Capítulo 3 encerra-se com a educação em SCM, gestão do conhecimento em SCM e a gestão por competência.

No Capítulo 4 apresenta-se o modelo proposto para avaliação da educação em SCM com quatro abordagens distintas. Apresenta-se ainda a aplicação prática das avaliações multicritérios de programa de educação em SCM em uma indústria química e os seus resultados. O Capítulo 4 encerra-se com a avaliação multicritério da maturidade em SCM.

No Capítulo 5, são apresentadas as considerações finais da tese incluindo as conclusões e as sugestões para futuras pesquisas seguidas das referências bibliográficas utilizadas.

2. ABORDAGEM METODOLÓGICA

2.1 MÉTODO DE PESQUISA

Existem diversos métodos de pesquisa na Engenharia de Produção tais como documental, experimental, modelagem, estudo de caso, entre outros (MIGUEL, 2012). Além da diversidade dos métodos de pesquisa, diferentes abordagens podem ser adotadas em uma pesquisa (GIL, 2010; BERTRAND; FRANSOO, 2002). A abordagem metodológica desta tese pode ser classificada conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Classificação da pesquisa

Categorias da Pesquisa	Caracterização adotada nesta tese
Quanto a Natureza	Aplicada
Quanto a Abordagem	Qualitativa e Quantitativa
Quanto aos Objetivos	Empírico-descritiva
Quanto aos Procedimentos	Modelagem

Fonte: Miguel (2012), Gil (2010), Bertrand e Fransoo (2002)

De fato, com relação à natureza a pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois está direcionada a problemas específicos das organizações. Quanto a abordagem esta pesquisa tem aspectos qualitativos e quantitativos, pois proporciona uma visão ampla e completa na identificação de variáveis, na escala de medição ou na modelagem (MIGUEL, 2012).

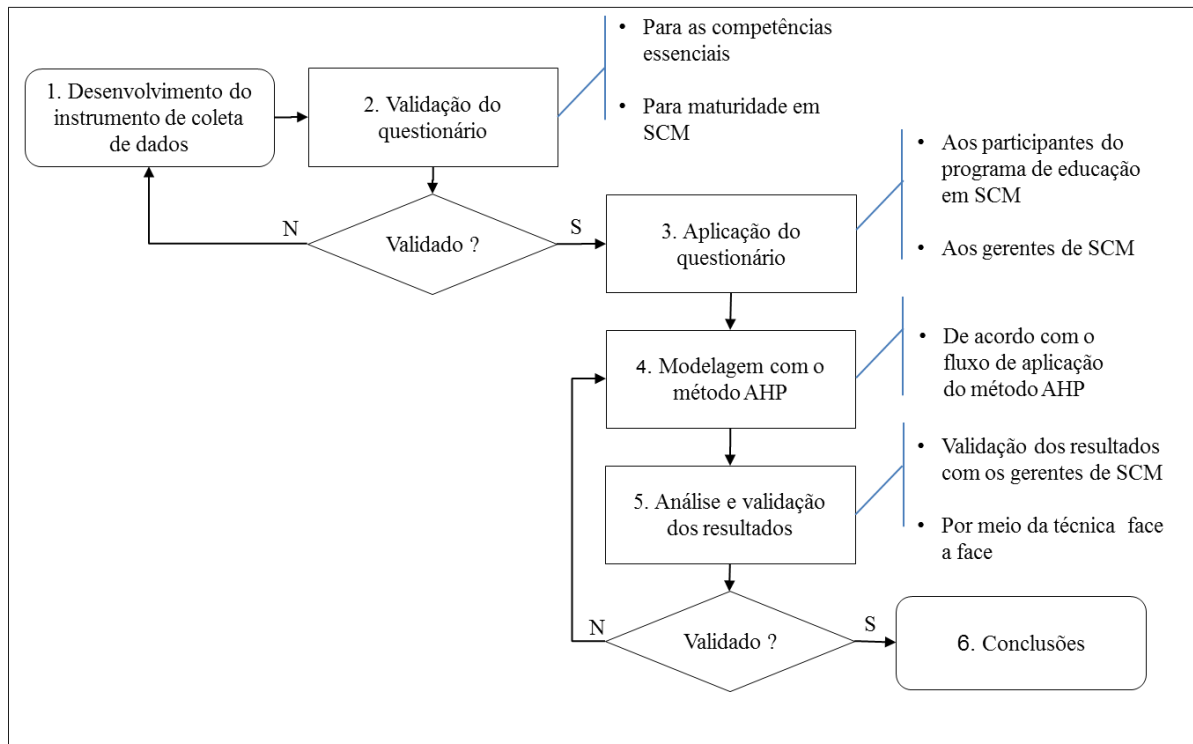
Com respeito aos seus objetivos a pesquisa é empírico-descritiva, pois envolve a resolução de um problema no qual o pesquisador e demais participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (GIL, 2010); bem como, preocupa-se em analisar modelos com propósito de entender o processo estudado e ter melhor compreensão dos relacionamentos do ambiente (MIGUEL, 2012).

Finalmente, quanto aos procedimentos pode-se classificar esta pesquisa como adotando o método da modelagem, pois a utilização de modelos permite compreender o ambiente em questão, identificar e formular o problema e sistematizar o processo de tomada de decisão (MIGUEL, 2012).

2.2 FLUXO E PROTOCOLO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa é necessária a elaboração de um protocolo, contendo procedimentos e regras para a sua condução (Figura 2). Os instrumentos de coleta de dados constituem elementos importantes para a sua condução (MIGUEL, 2012).

Figura 2 – Fluxograma e protocolo da pesquisa



O fluxograma e o protocolo de pesquisa (Figura 2) iniciou-se com a elaboração de um questionário para avaliação do programa de educação em SCM nas competências essenciais (APÊNDICE A) elaborado pelo autor. Contendo 15 questões relativas a inovação, colaboração, sustentabilidade, empreendimento e foco no cliente.

As áreas pesquisadas da empresa foram: Atendimento ao cliente, Comércio exterior, Consultoria interna de SCM, Logística, Planejamento de demanda, Planejamento de materiais, Planejamento de produção, e Produção. A seção 4.3 apresenta uma descrição detalhada da avaliação do programa de educação em SCM nas competências essenciais, o questionário foi aplicado aos 174 participantes do programa de educação em SCM. O questionário foi aplicado após seis meses da participação no programa de educação em SCM. A caracterização dos respondentes do questionário pode ser observada no Quadro 3.

Quadro 3 – Caracterização dos respondentes

Áreas pesquisadas da empresa	Cargo dos participantes do programa de educação	Tempo de vínculo com a empresa
Atendimento ao cliente	Analista de atendimento ao cliente	Até 7 anos
Comércio exterior	Analista de comércio exterior	Até 6 anos
Consultoria interna de SCM	Analista de projetos logísticos	Até 5 anos
	Consultor de investimento em SCM	Até 10 anos
	Consultor de processos de negócios	Até 11 anos
	Coordenador de educação em SCM	Até 12 anos
	Gerente de consultoria em SCM	Até 10 anos
Logística	Analista de operações logística	Até 5 anos
Planejamento de demanda, materiais e produção	Analista de planejamento de demanda	Até 5 anos
	Analista de planejamento de materiais	Até 4 anos
	Analista de planejamento de produção	Até 10 anos
	Coordenador de planejamento de materiais	Até 15 anos
	Coordenador de planejamento de demanda	Até 5 anos
	Coordenador de planejamento de produção	Até 8 anos
	Gerente de planejamento de demanda	Até 5 anos
	Gerente de planejamento de materiais e produção	Até 10 anos
Produção	Engenheiro de produção	Até 10 anos

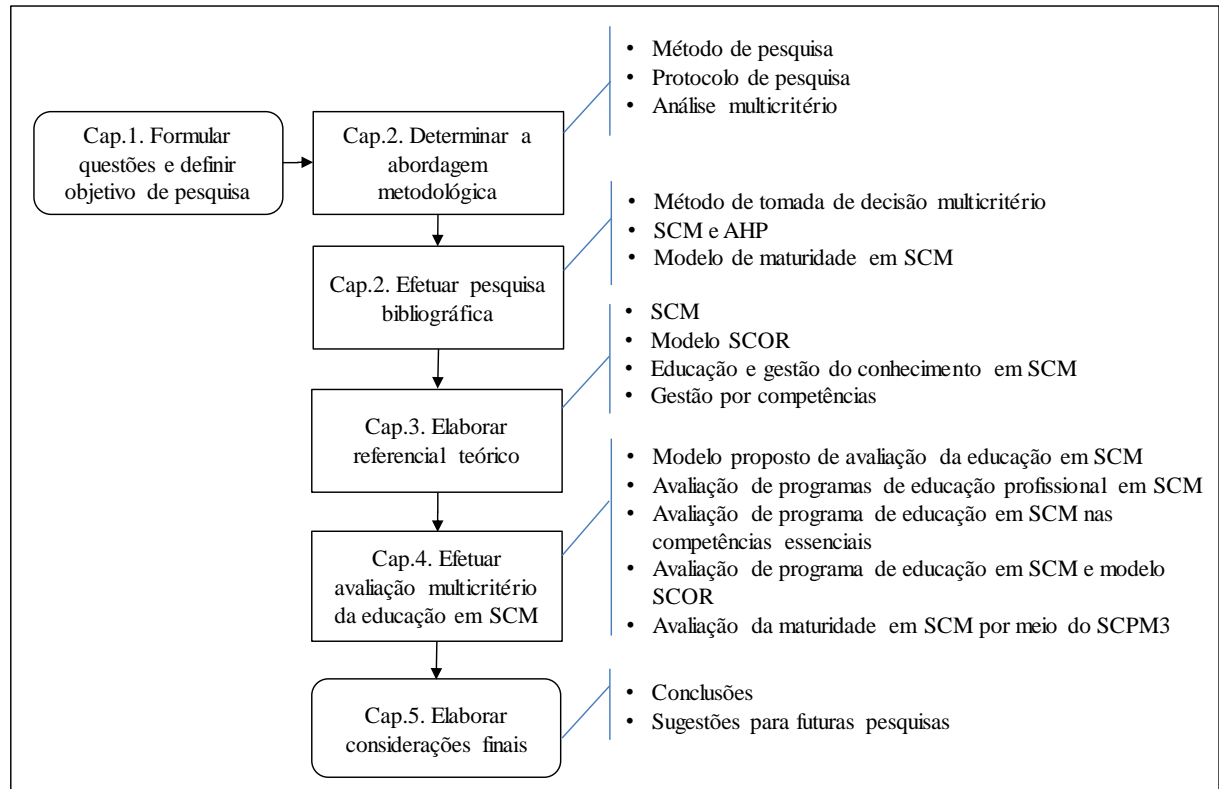
Outro questionário foi adaptado de Oliveira, McCormack e Trkman (2012) com 89 questões de múltipla escolha referente à maturidade em SCM, com o fim de verificar o nível de maturidade (APÊNDICE B). Os questionários foram aplicados pelo pesquisador para um grupo piloto de funcionários da empresa estudada, como pré-teste para validá-los a partir do resultado e com correções e ajustes.

A seção 4.5 apresenta uma descrição detalhada da avaliação, o questionário referente à maturidade em SCM foi aplicado aos gerentes de SCM de três unidades de negócios (A, B e C) da empresa estudada e foram respondidos completamente.

A modelagem foi elaborada de acordo com o fluxo de aplicação do método AHP. As análises foram efetuadas e as validações foram efetuadas por meio da técnica de validação face a face. Técnica segundo a qual os especialistas no sistema compreendem o modelo como correto (SARGENT, 2009). Ao final as conclusões foram elaboradas.

O fluxo da pesquisa e a estrutura da tese está ilustrado na Figura 3. A pesquisa iniciou-se na etapa 1 com a formulação das questões e os objetivos do trabalho. Determinou-se na etapa 2 a abordagem metodológica incluindo o método e o protocolo da pesquisa. Ainda na etapa 2 efetuou-se a pesquisa bibliográfica incluindo o método de tomada de decisão multicritério, SCM e AHP e modelo de maturidade em SCM.

Figura 3 – Fluxo da pesquisa na estrutura da tese



Na sequência (Figura 3), na etapa 3 elaborou-se o referencial teórico incluindo a SCM, educação em SCM, gestão do conhecimento em SCM e gestão por competências. Na etapa 4 efetuou-se a avaliação multicritério com a aplicação do método AHP incluindo o modelo proposto de avaliação, a avaliação de programas de educação profissional em SCM, a avaliação de programa de educação em SCM nas competências essenciais, a avaliação de programa de educação em SCM e modelo SCOR e avaliação da maturidade em SCM por meio SCPM3. O fluxo de pesquisa finalizou com a etapa 5 com a elaboração das considerações finais.

2.3 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

2.3.1 Métodos de tomada de decisão multicritério

Uma condição básica para a existência de um problema de tomada de decisão é a existência de pelo menos dois critérios para que se possa efetuar uma escolha. Para se chegar a uma decisão é necessário mais do que um critério. É importante para estruturar o problema e avaliar de forma explícita os critérios relevantes. Em geral, há muitos problemas dentro de uma organização que são problemas multicritérios, especialmente os de natureza estratégica. Por isso, cada vez mais tem-se exigido o uso de métodos adequados.

Vários métodos têm sido desenvolvidos para resolver problemas multicritérios, e comum a muitos deles, a ideia de quebrar a avaliação em alternativas em uma série de critérios relevantes. Ou seja, a avaliação que considera a combinação de diferentes critérios.

MCDM (*Multi-Criteria Decision-Making*, ou seja, tomada de decisão multicritério) é o estudo da inclusão de critérios conflitantes na tomada de decisão (INTERNATIONAL SOCIETY ON MCDM, 2016). Diversos métodos de MCDM foram desenvolvidos nas últimas décadas, apoiando a tomada de decisão tanto em políticas públicas quanto em empresas particulares (MONTIBELLER, 2013). Os métodos de MCDM são referenciados por siglas: por exemplo, AHP, ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*), MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*), entre outros.

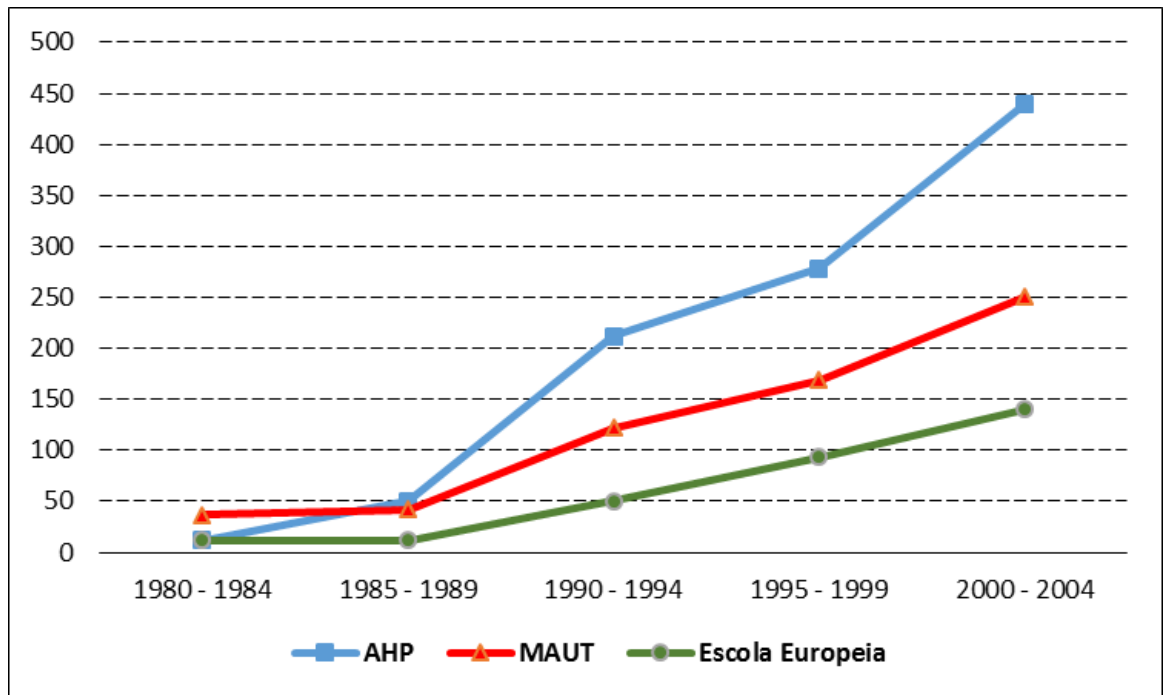
Vincke (1992), por sua vez, propõe uma divisão do conjunto de métodos de MCDM em duas abordagens:

- Escola Norte-americana, com métodos baseados na função utilidade. Entre os quais se inserem AHP e MAUT.
- Escola Europeia, com métodos de subordinação de síntese. Por exemplo, todos os métodos da família ELECTRE.

Alocação de Recursos e Seleção de Fornecedores são dois problemas de decisão na SCM. Um gerente de SCM pode resolver estes problemas considerando um critério único, por exemplo, custos, satisfação do cliente ou tempo de entrega. Aplicando um método de MCDM, o gerente pode combinar esses critérios buscando uma solução mais abrangente.

Em 2008, o Prof. Jyrki Wallenius, ex-presidente da Sociedade Internacional de MCDM publicou uma pesquisa bibliométrica sobre métodos de MCDM (WALLENIUS *et al.*, 2008). O AHP foi o método com mais publicações em periódicos internacionais, no período coberto pela pesquisa (Figura 4).

Figura 4 – Número de publicações em periódicos científicos (1980–2004)



Fonte: Wallenius *et al.* (2008)

Como os dados da pesquisa do Prof. Wallenius estavam desatualizados em cerca de dez anos, uma pesquisa bibliométrica foi realizada na mesma base de dados, ou seja, *Web of Science* (TRAMARICO *et al.*, 2015b).

Considerou-se as seguintes palavras-chave AHP, *Analytic Network Process* (ANP), MAUT, *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH), *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE), *Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution* (TOPSIS) e ELECTRE.

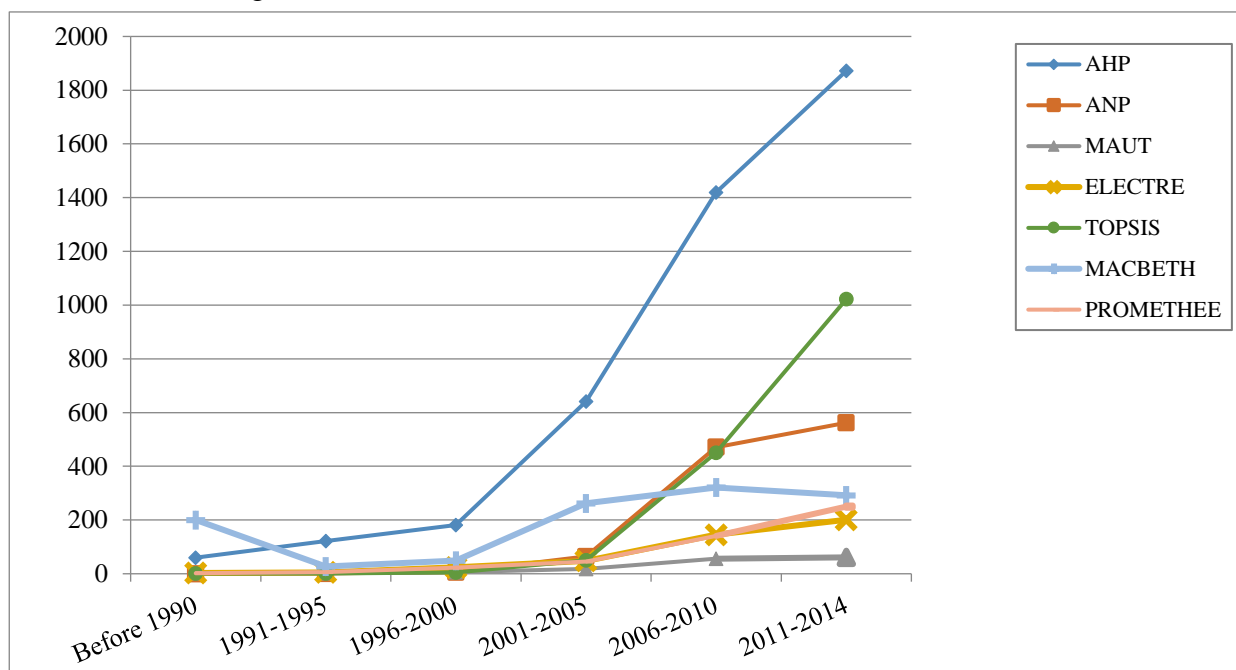
A razão para a escolha dos métodos pesquisados deveu-se ao fato de todos os métodos serem discretos (ISHIZAKA; NEMERY, 2013), sendo a pesquisa limitada a publicações em Inglês. A quantidade de artigos com os temas acima mencionados foi de 9.119. Os resultados podem ser observados na Figura 5.

Um crescimento considerável nas aplicações MCDM foi observada e agora está entrando em novas áreas de investigação e aplicação. Entre essas áreas, podemos destacar ciências, negociação, *e-commerce*, finanças e engenharia (WALLENIOUS *et al.*, 2008).

Estes fatores fizeram MCDM mais prático e acessível, o que pode ter contribuído para o crescente aumento de publicações sobre o assunto. Na Figura 5, pode-se observar que, a partir de meados de 1993, o AHP tem sido o método mais utilizado em publicações. De 2011 a 2014,

o AHP alcançou o total de 1.872 artigos, sendo seguido por TOPSIS com 1.030, ANP com 590, MACBETH com 300, PROMETHEE com 250, ELECTRE com 201 e MAUT com 61 artigos.

Figura 5 – Métodos de tomada de decisão multicritério



Fonte: Tramarico et al. (2015b)

Os autores com o maior número de publicações foram: Kou, Gang com 13 trabalhos, seguido por Ho, William, com 11 artigos e Srdjevic, Zorica com 7 artigos.

Esses resultados confirmam o AHP como o método MCDM com maior número de publicações em periódicos internacionais.

2.3.2 Gestão da Cadeia de Suprimentos e *Analytic Hierarchy Process*

A pesquisa bibliográfica foi realizada em julho de 2016 na *Web of Science* tendo SCM e AHP como palavras-chave. O intervalo (1999–2016) adotado justifica-se por ser necessário para a criação da rede de citação e a identificação dos autores antecessores. Foram consideradas publicações em Inglês e do tipo de artigo. A Tabela 1 apresenta um resumo. A pesquisa retornou 335 artigos com 7.245 referências citadas nas principais categorias da *Web of Science*: Negócios, Ciência da Computação, Engenharia, Pesquisa Operacional.

Tabela 1 – Resumo dos dados SCM e AHP

Resumo de dados	Valor
Número de artigos	335
Número de referências citadas	7.245
Média de citação	22
Índice h	43

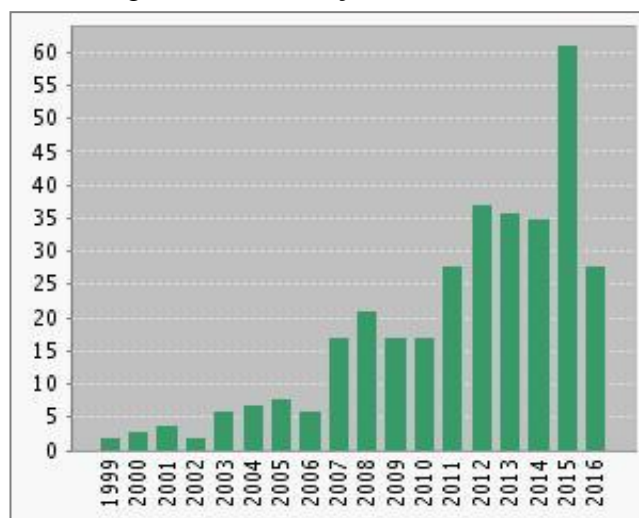
Fonte: *Web of Science* (2016)

O índice h apresentado na Tabela 1, é baseado em uma lista de publicações classificados em ordem decrescente de acordo com o seu número de citações. Portanto, um índice h de 43 significa que existem 43 itens que possuem 43 citações ou mais (HIRSCH, 2005).

As principais fontes identificadas na pesquisa foram: *International Journal of Production Economics; International Journal of Production Research; Production Planning & Control; International Journal of Advanced Manufacturing Technology; Expert Systems with Applications; Computers & Industrial Engineering; Supply Chain Management: An International Journal; Omega: International Journal of Management Science; Journal of Cleaner Production; International Journal of Operations & Production Management and International Journal of Computer Integrated Manufacturing.*

De acordo com a Figura 6, publicações sobre SCM e AHP têm aumentado nos últimos anos, passando de 2 publicações em 1999, para 61 em 2015 o maior resultado do período.

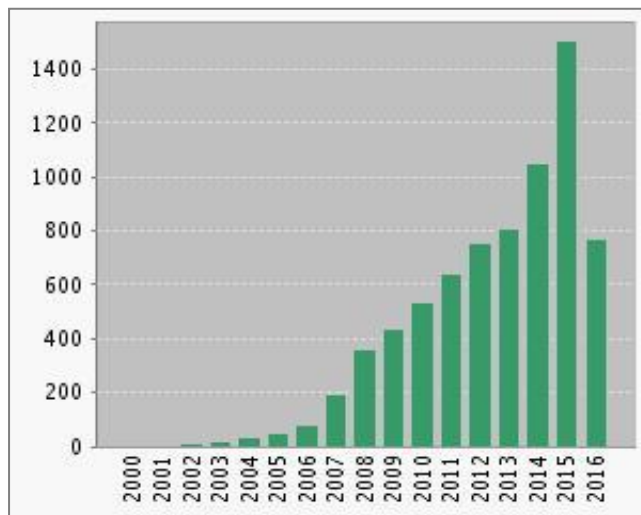
Figura 6 – Publicações SCM e AHP



Fonte: *Web of Science* (2016)

O número de citações, de acordo com a Figura 7 também tem aumentado nos últimos anos, passando de 200 citações em 2007, para 1.500 em 2015.

Figura 7 – Citações SCM e AHP

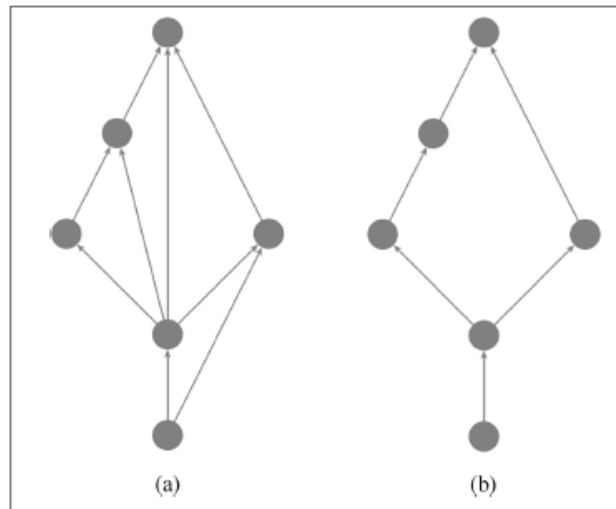


Fonte: *Web of Science* (2016)

Nesta etapa da pesquisa bibliográfica visou-se à criação da rede de citação a partir da utilização do *software CitNetExplorer* na versão 1.0 desenvolvido pelo *Centre for Science and Technology Studies* (CWTS, 2016) da Universidade de Leiden. O *software* baseia-se no estudo da evolução da literatura em um determinado campo de pesquisa.

Muitas vezes, o grande número de relações na rede de citação prejudica a sua visualização. O conceito de redução transitória pode auxiliar na visualização, isto é, considera-se somente a citação essencial nas relações de citação (ECK; WALTMAN, 2014). A solução *CitNetExplorer* utiliza o conceito de redução transitória, e um exemplo de rede pode ser observado na Figura 8.

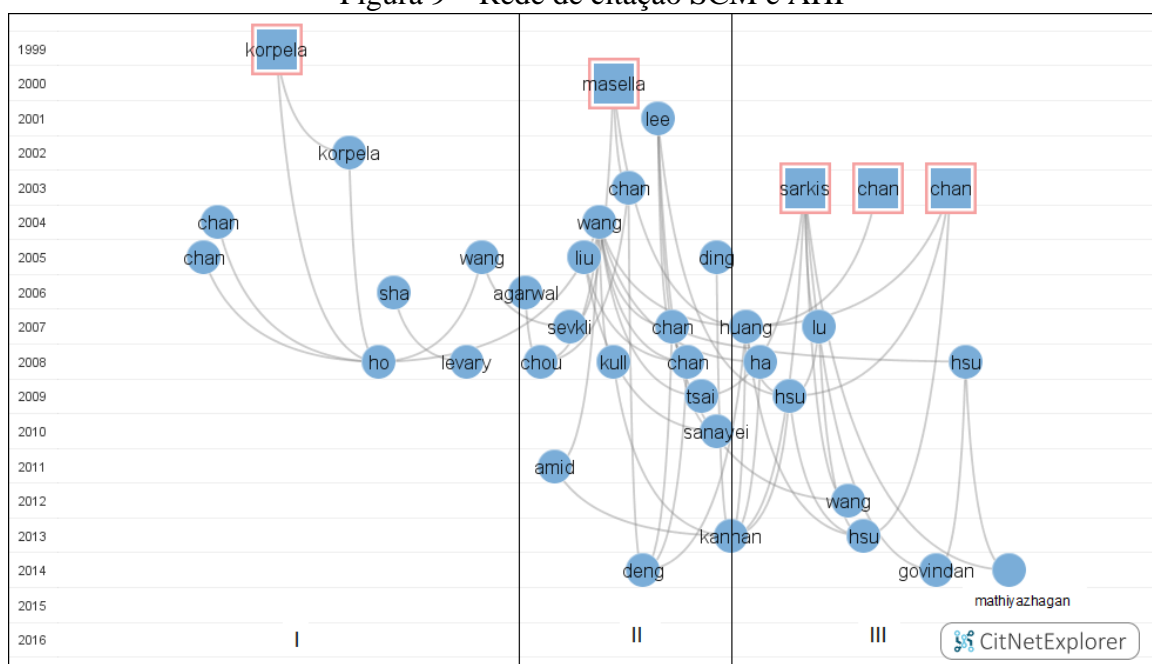
Figura 8 – Rede original de citações (a) e redução transitiva da rede (b)



Fonte: Eck e Waltman (2014)

A modelagem da rede de citação considerou como entrada no *CitNetExplorer* a base de dados detalhada em arquivo texto gerada na pesquisa com os 335 artigos e referências citadas nas principais categorias do *Web of Science*. Após o processamento no *software*, gerou-se a rede de citação a partir da relevância. Na Figura 9 observa-se a rede de citação gerada, no qual cada círculo representa uma publicação e traz o sobrenome do primeiro autor. Os artigos que não possuem referências citadas não foram mostrados na ferramenta. Observe-se que uma publicação mencionando uma outra publicação está sempre localizada abaixo desta última (ECK; WALTMAN, 2014).

Figura 9 – Rede de citação SCM e AHP



Fonte: CWTS (2016)

Na Figura 9 a rede de citação foi dividida em três grupos para facilitar a identificação dos antecessores. No grupo I, Korpela e Lehmusvaara (1999) são antecessores na rede de citação (Figura 9). Identificou-se a rede de distribuição como o principal tópico (CHAN; CHUNG, 2004; CHAN; CHUNG; WADHWA, 2005; HO, 2008) com a aplicação do AHP. Identificou-se ainda no mesmo grupo o tópico desenho da SC (KORPELA *et al.*, 2002; SHA; CHE, 2006) e seleção de fornecedores (WANG; HUANG; DISMUKES, 2005; LEVARY, 2008). Outros métodos combinados com AHP também identificados: DEA, *Genetic Algorithm*, MAUT, *Mathematical Programming e Mixed Integer Linear Programming* (Quadro 4).

Quadro 4 – Grupo I da rede de citação SCM e AHP

Ano	Autor	Método	Tópico em SCM
1999	Korpela e Lehmusvaara	AHP - <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	Rede de distribuição
2002	Korpela <i>et al.</i>	AHP - <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	Desenho da SC
2004	Chan e Chung	AHP - <i>Genetic Algorithm</i>	Rede de distribuição
2005	Chan, Chung e Wadhwa	AHP - <i>Genetic Algorithm</i>	Rede de distribuição
2005	Wang, Huang e Dismukes	AHP - <i>Goal Programming</i>	Seleção de fornecedores
2006	Sha e Che	AHP - <i>Genetic Algorithm</i> , MAUT	Desenho da SC
2008	Ho	AHP - DEA, <i>Mathematical Programming e Meta-heuristics</i>	Rede de distribuição
2008	Levary	AHP	Seleção de fornecedores

No grupo II, Masella e Rangone (2000) são antecessores na rede de citação (Figura 9). Identificou-se a seleção de fornecedores como o principal tópico (LEE; KIM, 2001; CHAN, 2003a; DING; BENYOUCEF; XIE, 2005; LIU; HAI, 2005; SEVKLI *et al.*, 2007; CHAN; KUMAR, 2007; CHAN *et al.*, 2008; CHOU; CHANG, 2008; KULL; TALLURI, 2008; SANAYEI; MOUSAVI; YAZDANKHAH, 2010; AMID; GHODSYPOUR; O'BRIEN, 2011; KANNAN *et al.*, 2013; DENG *et al.*, 2014) com a aplicação do AHP. Identificou-se ainda no mesmo grupo o tópico ciclo de vida de produto (WANG; HUANG; DISMUKES, 2004), avaliação da SCM (AGARWAL; SHANKAR; TIWARI, 2006) e GSM (TSAI; HUNG, 2009). Outros métodos combinados com AHP também identificados: ANP, DEA, *Goal programming*, *Fuzzy logic*, e *Mixed Integer Linear Programming* (Quadro 5).

Quadro 5 – Grupo II da rede de citação SCM e AHP

Ano	Autor	Método	Tópico em SCM
2000	Masella e Rangone	AHP	Seleção de fornecedores
2001	Lee e Kim	AHP	Seleção de fornecedores
2003a	Chan	AHP	Seleção de fornecedores
2004	Wang, Huang e Dismukes	AHP - <i>Goal Programming</i>	Ciclo de vida do produto
2005	Ding, Benyoucef e Xie	AHP - <i>Goal Programming</i>	Seleção de fornecedores
2005	Liu e Hai	AHP	Seleção de fornecedores
2006	Agarwal, Shankar e Tiwari	ANP	Avaliação da SCM
2007	Sevкли <i>et al.</i>	AHP - DEA	Seleção de fornecedores
2007	Chan e Kumar	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	Seleção de fornecedores
2008	Chan <i>et al.</i>	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	Seleção de fornecedores
2008	Chou e Chang	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	Seleção de fornecedores
2008	Kull e Talluri	AHP - <i>Goal Programming</i>	Seleção de fornecedores
2009	Tsai e Hung	AHP - <i>Goal Programming</i>	GSCM
2010	Sanayei, Mousavi e Yazdankhah	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	Seleção de fornecedores
2011	Amid, Ghodsypour e O'Brien	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	Seleção de fornecedores
2013	Kannan <i>et al.</i>	AHP - <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	Seleção de fornecedores
2014	Deng <i>et al.</i>	AHP	Seleção de fornecedores

No grupo III, Sarkis (2003) é antecessor na rede de citação assim como Chan e Qi (2003) e Chan (2003b). Identificou-se a GSCM como o principal tópico (LU; WU; KUO, 2007; HSU; HU, 2008; HSU; HU, 2009; WANG *et al.*, 2012; GOVINDAN *et al.*, 2014; MATHIYAZHAGAN; GOVINDAN; HAQ, 2014). Identificou-se ainda no mesmo grupo o tópico seleção de fornecedores (HUANG; KESKAR, 2007; HA; KRISHNAN, 2008; HSU *et al.*, 2013). Outros métodos combinados com AHP também identificados: DEA, DEMATEL, *Fuzzy logic*, e MAUT (Quadro 6).

Quadro 6 – Grupo III da rede de citação SCM e AHP

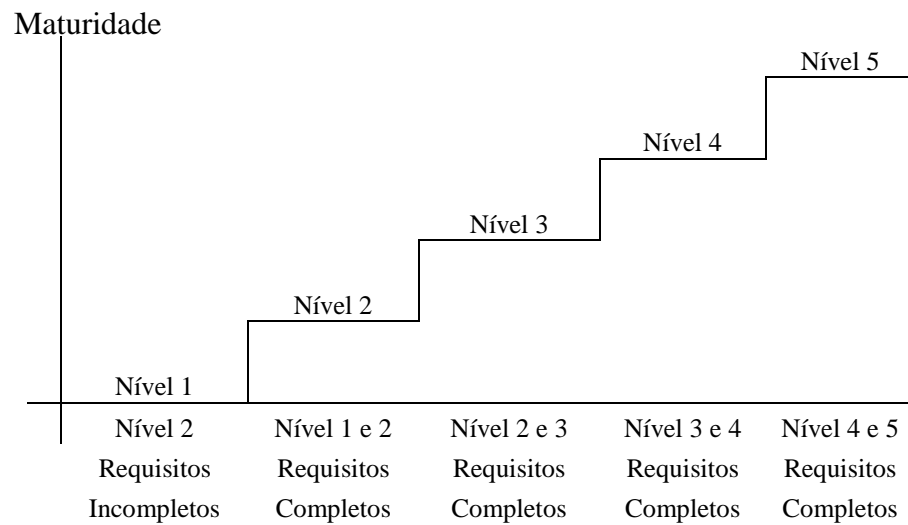
Ano	Autor	Método	Tópico em SCM
2003	Sarkis	AHP	GSCM
2003	Chan e Qi	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	Avaliação da SCM
2003b	Chan	AHP	Avaliação da SCM
2007	Huang e Keskar	AHP - MAUT	Seleção de fornecedores
2007	Lu, Wu e Kuo	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	GSCM
2008	Ha e Krishnan	AHP - DEA	Seleção de fornecedores
2008	Hsu e Hu	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	GSCM
2009	Hsu e Hu	AHP	GSCM
2012	Wang <i>et al.</i>	AHP - <i>Fuzzy Logic</i>	GSCM
2013	Hsu <i>et al.</i>	AHP - DEMATEL	Seleção de fornecedores
2014	Govindan <i>et al.</i>	AHP	GSCM
2014	Mathiyazhagan, Govindan e Haq	AHP	GSCM

A pesquisa bibliográfica em SCM evidenciou que o AHP pode ser combinado com diferentes métodos. Foram identificados os autores predecessores na rede de citação. Foram identificadas ainda as semelhanças na rede de citações nos tópicos SCM. Identificou-se seleção de fornecedores como o principal tópico na rede de citação, os demais tópicos identificados foram avaliação da SCM, ciclo de vida do produto, GSCM, e rede de distribuição.

2.3.3 Modelos de maturidade na Gestão da Cadeia de Suprimentos

Os modelos de maturidade são normalmente explicitados em duas dimensões que envolvem os níveis de maturidade e as melhores práticas. Os níveis são determinados pelos requisitos completos do nível de maturidade e também do anterior, isto é, no Nível 2 precisa-se atender os requisitos do Nível 1 e Nível 2. A estrutura típica de um modelo de maturidade pode ser observada na Figura 10 (SOUZA *et al.*, 2012). Como processos maduros, eles se movem de uma perspectiva internamente focada para um foco externo na perspectiva do sistema (LOCKAMY; MCCORMACK, 2004).

Figura 10 – Estrutura típica de um modelo de maturidade



Fonte: Souza *et al.* (2012)

Os sistemas de informação são importantes facilitadores da SCM e auxiliam no aumento da eficácia e maturidade dos processos de negócios (SIMCHI-LEVI *et al.*, 2010).

A pesquisa bibliográfica foi realizada em jul. 2016 na *Web of Science* tendo *maturity model* e SCM como palavras-chave. O intervalo (1999–2016) adotado justifica-se por ser necessário para a criação da rede de citação e a identificação dos autores antecessores. Foram consideradas publicações em Inglês e do tipo de artigo. A pesquisa retornou 39 artigos com 317 referências citadas nas principais categorias da *Web of Science*: Negócios, Ciência da Computação, Engenharia, Pesquisa Operacional. Na Tabela 2 pode-se observar o resumo deste conjunto de dados.

Tabela 2 – Resumo de dados SCM e maturidade

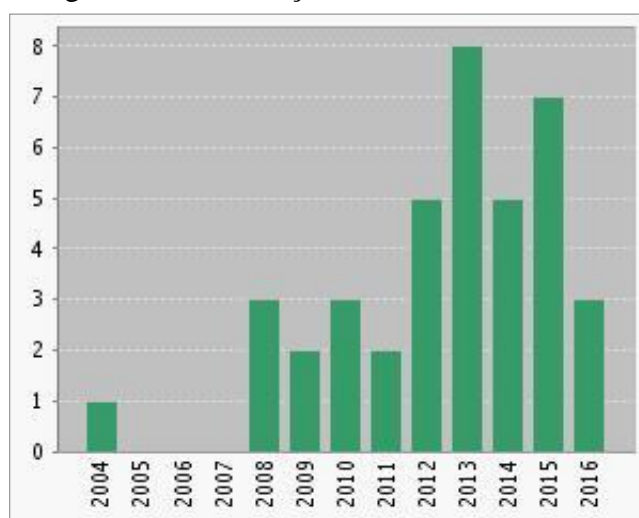
Resumo de dados	Valor
Número de artigos	39
Número de referências citadas	317
Média de citação	9
Índice h	9

Fonte: *Web of Science* (2016)

O índice h, na Tabela 2, é baseado em uma lista de publicações classificados em ordem decrescente de acordo com o seu número de citações. Portanto, um índice h de 9 significa que há 9 itens com 9 citações ou mais (HIRSCH, 2005).

Os principais periódicos identificados na pesquisa foram: *Business Horizons*, *Computers in Industry*, *Enterprise Information Systems*, *Expert Systems with Applications*, *International Journal of Operations & Production Management*, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *International Journal of Production Economics*, *International Journal of Production Research*, *Supply Chain Management* and *International Journal*. A partir da Figura 11, pode-se observar que o número de publicações sobre modelo de maturidade em SCM têm se mantido abaixo de 8 nos últimos anos.

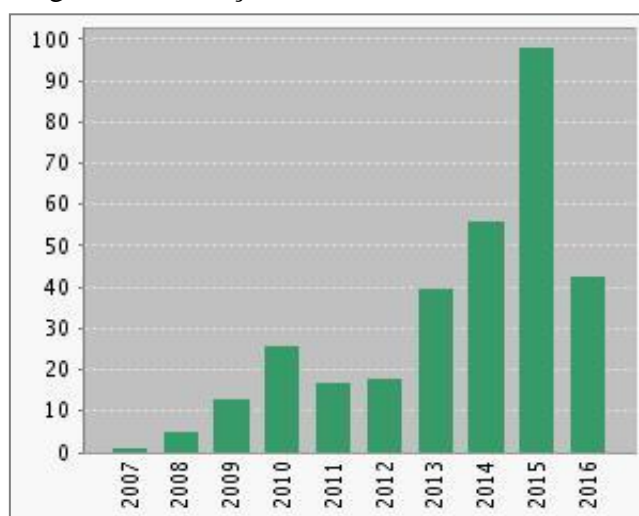
Figura 11 – Publicações maturidade em SCM



Fonte: *Web of Science* (2016)

Já o número de citações, tem aumentado nos últimos anos, passando de uma citação, em 2007, para 98 em 2015 como pode ser observado na Figura 12.

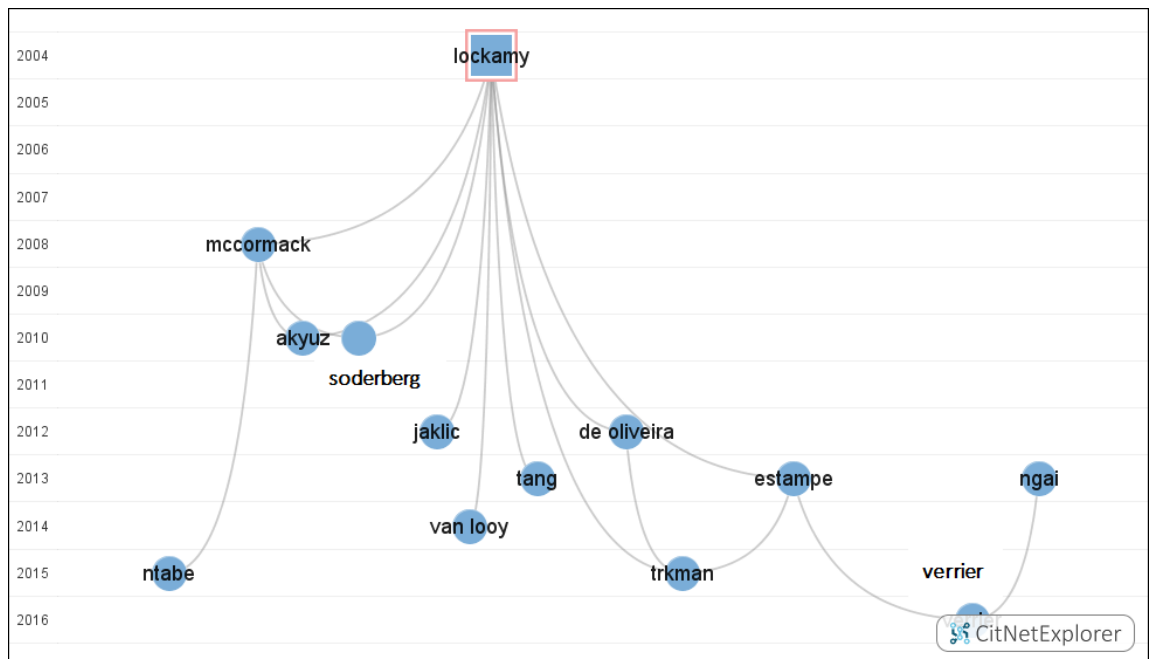
Figura 12 – Citações maturidade em SCM



Fonte: *Web of Science* (2016)

Para a criação da rede de citação maturidade em SCM utilizou-se também o *software CitNetExplorer*. Na Figura 13 pode-se observar a rede de citação gerada, no qual cada círculo representa uma publicação e traz o sobrenome do primeiro autor. Os artigos que não possuem referências citadas não foram mostrados.

Figura 13 – Rede de citação maturidade em SCM



Fonte: CWTS (2016)

A visualização exposta na Figura 13 apresenta os trabalhos mais referenciados na área, isto é, ela é baseada na relevância dos autores como, por exemplo, os principais autores citados, Lockamy e McCormack (2004) deram origem à rede de citação. Estes autores desenvolveram um modelo de maturidade orientado aos negócios, definindo cinco níveis gerais de maturidade do processo; bem como utilizaram um instrumento de pesquisa para analisar a relação da maturidade e desempenho (LOCKAMY; MCCORMACK, 2004).

Akyuz e Erkan (2010) forneceram uma revisão crítica da literatura sobre o desempenho da SC. Estampe *et al.* (2013) analisaram diferentes modelos de desempenho, tais como: *Activity-Based Costing*, *Framework for Logistics Research* e *Balanced Score Card*. Söderberg e Bengtsson (2010) efetuaram uma análise de correlação entre a maturidade e desempenho em SCM utilizando o modelo de maturidade (LOCKAMY; MCCORMACK, 2004).

Jaklic *et al.* (2012) avaliaram a relação dos processos de negócios e eficiência da SC. Tang, Pee e Iijima (2013) evidenciaram o efeito dos processos de negócios no desempenho organizacional. Looy, Backer e Poels (2014) apresentaram um quadro conceitual e

classificaram os processos de negócios. Trkman, Budler e Groznik (2015) efetuaram uma revisão da literatura através da abordagem das capacidades dinâmicas e gerenciamento de negócios.

Ngai *et al.* (2013) apresentaram um estudo de gestão ambiental, como um guia para a gestão de utilização de energia e recursos utilizando o modelo *Energy and Utility Management Maturity*. Ntabe *et al.* (2015) apresentaram uma revisão sistemática da literatura referente ao modelo SCOR aplicado às questões ambientais. Verrier, Rose e Caillaud (2016) apresentaram um modelo de maturidade baseado no *Lean*.

McCormack *et al.* (2008) utilizaram o modelo SCOR e de processos de negócios (LOCKAMY; MCCORMACK, 2004) como base de orientação da maturidade. O estudo forneceu uma comparação sobre os sistemas de medição de desempenho. Uma pesquisa brasileira foi identificada no estudo para analisar o desempenho das empresas.

O modelo de maturidade de Oliveira, McCormack e Trkman (2012) intitulado *Supply Chain Process Management Maturity Model* (SCPM3) representa uma metodologia cujas aplicações estão relacionadas com a definição, avaliação, gestão e controle de processos de negócios. O SCPM3 considera cinco níveis de maturidade:

- Nível 1: Fundação, considera a gestão de pedidos.
- Nível 2: Estrutura, considera a gestão de redes de distribuição, gestão de demanda, previsão de vendas e planejamento e programação da produção.
- Nível 3: Visão, considera a equipe de compras, governança nos processos e equipe de planejamento estratégico.
- Nível 4: Integração, considera a integração com clientes, planejamento da rede de suprimentos, comportamento estratégico.
- Nível 5: Dinâmica, considera as práticas integradas de forma colaborativa e capacidade de resposta.

As empresas posicionadas em cada um dos cinco níveis de maturidade apresentam características distintas (OLIVEIRA; MCCORMACK; TRKMAN, 2012). As características das empresas posicionadas no Nível 1 são:

- As mudanças no processo são difíceis de implementar.
- As alterações geralmente consomem energia e prejudicam as relações entre os profissionais envolvidos.
- As mudanças são lentas e precisam de grandes esforços de planejamento.

— Há sempre uma sensação de que os clientes não estão satisfeitos com o desempenho das empresas nos prazos de entrega. Os compromissos com os clientes não são confiáveis a empresa não tem um controle adequado sobre o que foi encomendado e ainda não entregue.

— Não estão preparados para gerar entregas aos clientes quando algum tratamento especial é requerido.

— Os processos não são flexíveis e, por conseguinte, uma grande quantidade de recursos alternativos são usados.

As características das empresas posicionadas no Nível 2 são:

— Esforço para documentar os fluxos de planejamento e para desenvolver métricas para verificar a aderência do planejamento da produção as necessidades do negócio.

— Os planos começam a ser desenvolvidos considerando cada item ou serviço a ser produzido.

— Os planos de produção começam a integrar todas as divisões da empresa com uso de metodologias para avaliar as restrições de capacidade.

— Os sistemas de informação começam a apoiar as operações e se integrar com os processos.

— A demanda é avaliada para cada item / serviço considerando os dados históricos e um processo de gestão de demanda. A previsão de vendas é implementada e formalizada.

As características das empresas posicionadas no Nível 3 são:

— Há uma equipe de compras formalmente designada.

— O gerenciamento da ordem de cliente possui um dono que garante que os compromissos são cumpridos. Da mesma forma, os processos-chave de distribuição, o planejamento da rede de SC, exigem planejamento e possuem um dono.

— As empresas têm uma equipe responsável pelo desenvolvimento da estratégia operacional. As funções de vendas, marketing, operações e logística são representadas nesta equipe.

— A equipe de planejamento operacional reúne regularmente e usa as ferramentas adequadas de análise para identificar o impacto das mudanças antes de serem realizadas.

— Há um processo de planejamento de operações documentado.

As características das empresas posicionadas no Nível 4 são:

- Começa a desenvolver, com os seus parceiros, a capacidade de responder aos sinais de demanda puxada.
- As funções de vendas, operações e distribuição colaboraram com o processo de planejamento de produção e programação.
- As informações sobre a demanda do cliente passam a ser consideradas no planejamento da empresa. As previsões são desenvolvidas para cada cliente, individualmente.
- As alterações nos processos são implementadas de forma harmoniosa e orientada por um processo documentado.
- A empresa está alinhada com seus fornecedores no desenvolvimento dos planos.
- As métricas e controles são implementados para avaliar o desempenho do fornecedor.

As características das empresas posicionadas no Nível 5 são:

- As funções de vendas, marketing, distribuição e planejamento colaboram entre si no processo de gestão dos pedidos e para desenvolver as previsões.
- O gerenciamento da ordem de cliente é integrado com os outros processos da SC.
- O processo de gestão da demanda e do planejamento e programação da produção são integrados.
- As empresas estabelecem uma relação estreita com os clientes e tem controle sobre a demanda.
- As empresas atendem as demandas de curto prazo dos clientes e agem com rapidez.
- Os prazos de fornecimento são considerados críticos para o planejamento da produção e são continuamente revistos e atualizados.

A pesquisa bibliográfica aqui apresentada revela que o assunto modelo de maturidade em SCM é emergente e possui ampla oportunidade de exploração. Nesta tese foi adotado o SCPM3 na avaliação do nível de maturidade (seção 4.5). A adoção do SCPM3 de Oliveira, McCormack e Trkman (2012) justifica-se por representar uma metodologia cujas aplicações estão relacionadas com a definição, avaliação, gestão e controle de processos de negócios.

2.4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO

2.4.1 *Analytic Hierarchy Process*

AHP é o método científico mais aplicado para resolver problemas MCDM. Este método foi desenvolvido por Thomas Saaty na década de 1970, enquanto dirigia projetos de pesquisa para o Controle de Armas e Desarmamento Agência do Departamento de Estado dos EUA (SAATY, 1980). Além de ser muito popular, o AHP foi aplicado numa ampla variedade de áreas de conhecimento; as áreas de decisão, estratégia, design de produtos e processos, recursos de planejamento e programação, gestão de projetos e gestão de SC (SIPAHI; TIMOR, 2010).

Em aplicações do AHP são utilizadas duas fases do processo de decisão: a estruturação do problema e a designação de prioridades por meio de comparações de pares (ISHIZAKA; NEMERY, 2013).

Uma característica do AHP é a adoção de uma Escala Fundamental (Quadro 7). Saaty sugeriu uma escala de 1 a 9 quando se comparam dois componentes - os números 3, 5, 7 e 9 correspondem, respectivamente, aos julgamentos verbais de "importância fraca", "importância essencial", "importância demonstrada", e "importância absoluta" (SAATY, 1977).

Em uma aplicação do AHP, os pesos para os critérios e prioridades para as alternativas são obtidos por meio de julgamentos de especialistas (SAATY, 2010), inseridas em uma matriz de comparações, A . O vetor de pesos dos critérios é obtido pela normalização do autovetor, w , da matriz de comparações.

Além do uso da Escala Fundamental, nas aplicações do AHP, considera-se a reciprocidade nas comparações, ou seja, $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Mas como, geralmente, as matrizes de comparações são preenchidas por completo, ainda assim há comparações redundantes, quando se tem mais de dois critérios. Por exemplo, a comparação entre os Critérios 1 e 3 (a_{13}) pode ser obtida com a multiplicação da comparação entre os Critérios 1 e 2 (a_{12}) pela comparação entre os Critérios 2 e 3 (a_{23}). Essa multiplicação também é conhecida como Relação de Transitividade (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2012).

Na sequência, utilizando conceitos de Álgebra Linear, como o autovetor (w) e autovalor λ_{max} , é possível obter as suas prioridades relativas. As prioridades do AHP são obtidas com uma aplicação do Teorema de Perron-Frobenius (SAATY, 1977):

$$A w = \lambda_{max} w \quad (1)$$

Quadro 7 – Escala fundamental

Valor	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância fraca	Experiência e julgamento levemente a favor de uma atividade sobre a outra.
5	Importância essencial ou forte	Experiência e julgamento fortemente a favor de uma atividade sobre a outra.
7	Importância demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorecendo uma atividade em relação à outra com ordem de afirmação a mais alta possível.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma melhor relação de compromisso.
Recíprocos dos números não-zero acima	Se uma atividade i tem um dos números não-zero acima associados a ela quando comparada a uma atividade j , então j tem o valor recíproco quando comparado com i	
Número racionais	Razões fora da escala	Se a coerência precisa ser forçada obtendo-se n valores numéricos para toda a matriz.

Fonte: Saaty (1977)

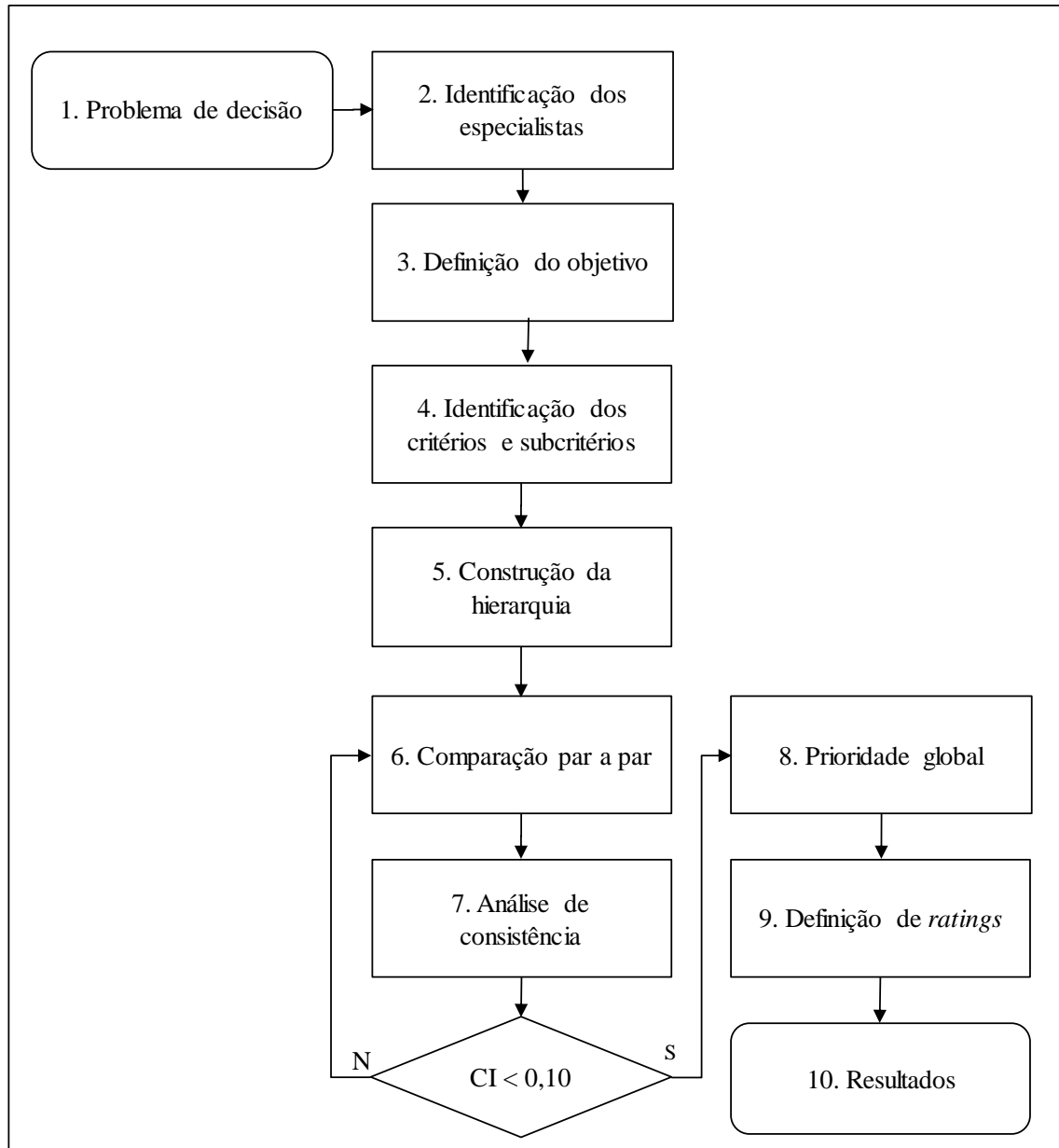
A consistência entre as comparações é uma propriedade importante para A . Se A tem comparações consistentes, então $a_{ij} = w_i / w_j$, para $i, j = 1, 2, \dots, n$, em que n é a ordem de A , e desta forma, $a_{ij} a_{ji} = a_{ij}$. Além de que, se A é uma matriz coerente, então $\lambda_{max} = n$. O índice de consistência, CI , calculada por (2), é uma medida da distância entre λ_{max} e n :

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

Se $CI < 0,10$, a matriz A é consistente. Caso contrário, uma revisão sobre as comparações pode ser necessária.

A aplicação AHP consiste em algumas etapas, incluindo a construção da hierarquia, a comparação de pares, verificação de consistência e resultados. Nesta tese, para a aplicação do AHP, foi adotado o fluxograma descrito na Figura 14.

Figura 14 – Fluxo de aplicação do AHP



Fonte: De Felice e Petrillo (2013)

2.4.2 *Analytic Hierarchy Process* e medição absoluta

Quando se utiliza o AHP, existe a possibilidade do uso de *ratings*, ou medida absoluta, isto é, enquanto na aplicação do AHP compara-se cada alternativa com muitas alternativas, pelos *ratings* compara-se cada alternativa com uma alternativa ideal. Para a definição da alternativa ideal, é preciso criar níveis de intensidade ou graus de variação da qualidade sobre um critério, por exemplo, excelente, acima da média, média abaixo da média e pobre. Em seguida, pode-se compará-los para estabelecer prioridades e normalizar as prioridades dividindo pelo maior valor entre eles, de modo que, se excelente tiver um valor de 1, os outros serão proporcionalmente menores (SAATY, 2006).

Com a síntese ideal, as prioridades não são normalmente distribuídas. Isto é, a soma dos vetores prioridade não será igual a um. Neste modo, a máxima prioridade em relação a cada critério será igual a um. Prioridades normalizadas criam uma dependência entre as mesmas. No entanto, se uma alternativa for excluída ou se uma nova for inserida as prioridades normalizadas pode levar a mudanças ilegítimos no *ranking* das alternativas, conhecido como *ranking reversal* (MILLET; SAATY, 2000).

A medição absoluta é utilizada para classificar alternativas independentes um de cada vez, em termos de intensidades de avaliação para cada um dos critérios (DE FELICE; PETRILLO, 2013). A vantagem de utilizar *ratings* é a oportunidade de evitar vieses, comparando alternativas com um padrão (medida absoluta) proporciona uma medição menos parcial.

O nível de desempenho correspondente aos atributos em escalas linguísticas varia de "Fraco" a "Excelente". A razão para a adoção do modelo absoluto é porque tem o potencial de reduzir significativamente os conflitos nos processos de tomada de decisão.

Salomon, Marins e Duduch (2009) aplicaram *ratings* na seleção de fornecedores a fim de evitar que fatores subjetivos influenciassem a decisão como, por exemplo, a tradição do fornecedor.

2.4.3 Exemplo prático de aplicação do método *Analytic Hierarchy Process*

Esta seção foi adaptada de Salomon (2010), e tem como propósito contribuir com um exemplo prático de aplicação do método AHP.

Inicialmente, suponha que seja necessária a compra de uma determinada quantidade de produto. A decisão, neste caso, trata-se da seleção de fornecedores. Para esse produto existem três fornecedores conhecidos:

- Fornecedor A, que apresenta um preço baixo e produtos com um nível de qualidade aceitável. Mas, demora na entrega; ou seja, pede um prazo maior que o desejável.
- Fornecedor B, que sempre entrega produtos de melhor qualidade e num menor prazo, que o fornecedor A; mas, cobra mais caro por isso.
- Fornecedor C, que apresenta um desempenho intermediário em termos de preço e qualidade do produto; no entanto, este terceiro fornecedor, com frequência, entrega após o prazo acordado.

O desempenho dos fornecedores pode ser resumido conforme apresentado no Quadro 8.

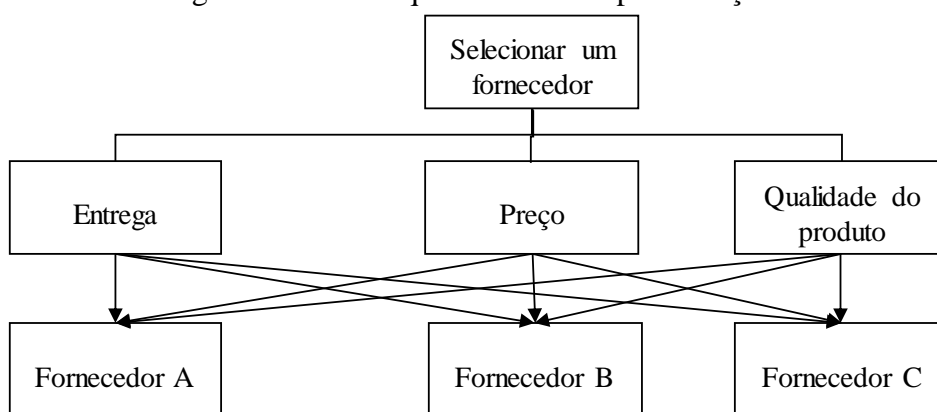
Quadro 8 – Desempenho de três fornecedores de um mesmo produto

Fornecedor	Entrega	Preço	Qualidade do produto
A	Demora	Bom	Aceitável
B	Rápida	Alto	Muito boa
C	Atrasa	Médio	Boa

Fonte: Salomon (2010)

Em uma aplicação do AHP, adota-se o uso de hierarquia para se representar o modelo MCDM. Na hierarquia, o objetivo da decisão (selecionar um fornecedor) é colocado no primeiro nível hierárquico. No segundo nível estão os critérios: Entrega, Preço e Qualidade do Produto; no último nível estão as alternativas, ou seja, os três fornecedores. A Figura 15 apresenta uma estrutura hierárquica para o problema em questão.

Figura 15 – Hierarquia de critérios para seleção de fornecedores



Fonte: Salomon (2010)

A Tabela 3 apresenta uma matriz de comparações da importância relativa dos critérios. As comparações foram baseadas na Escala Fundamental (Quadro 7). Observar-se, por exemplo, que a Entrega foi julgada como “francamente menos importante” do que o Preço.

Tabela 3 – Importância dos critérios

Critério	E	P	Q	Prioridade
E (Entrega)	1	1/3	1/5	10,5%
P (Preço)		1	1/3	25,8%
Q (Qualidade do Produto)			1	63,7%

Fonte: Salomon (2010)

As Tabelas 4 e 5 apresentam matrizes de comparações do desempenho dos fornecedores com relação a Entrega e à Qualidade do Produto, respectivamente.

Tabela 4 – Desempenho dos fornecedores com relação à entrega

Fornecedor	A	B	C	Prioridade
A	1	1/5	3	17,8%
B		1	9	75,2%
C			1	7,0%

Fonte: Salomon (2010)

Tabela 5 – Desempenho dos fornecedores com relação à qualidade

Fornecedor	A	B	C	Prioridade
A	1	1/7	1/5	7,2%
B		1	3	64,9%
C			1	27,9%

Fonte: Salomon (2010)

Para o critério Preço existem valores numéricos que podem ser utilizados. Porém, estes valores possuem um valor de desempenho inverso, ou seja, quanto maior o valor do preço pior é o desempenho do fornecedor. A Tabela 6 apresenta uma maneira de se obter valores do desempenho das alternativas para um atributo inverso, com a harmonização dos dados disponíveis.

Tabela 6 – Desempenho dos fornecedores com relação ao preço

Fornecedor	Preço [R\$]		Prioridade
A	15.000	52/15 ~ 3,47	3,47/9,13 ~ 38,0%
B	20.000	52/20 ~ 2,60	2,60/9,13 ~ 28,5%
C	17.000	52/17 ~ 3,06	3,06/9,13 ~ 33,5%
Soma	52.000	9,13	100%

Fonte: Salomon (2010)

A Matriz de Decisão obtida com a aplicação do método AHP está apresentada na Tabela 7. Trata-se da principal ferramenta para tomada de decisão. Ou seja, é utilizando-se a Matriz de Decisão que é conduzido o próximo e último passo da aplicação do AHP: a síntese de resultados.

Tabela 7 – Matriz de decisão

Fornecedor	Entrega	Preço	Qualidade do Produto
A	17,8%	38,0%	7,2%
B	75,2%	28,5%	64,9%
C	7,0%	33,5%	27,9%

Fonte: Salomon (2010)

No método AHP, a Prioridade Global, ou Vetor de Decisão, é obtido multiplicando-se a Matriz de Decisão (Tabela 7) pela Importância dos critérios (Tabela 3). O resultado está apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Vetor de decisão

Fornecedor	Prioridade Global
A	16,3%
B	56,6%
C	27,1%

Fonte: Salomon (2010)

A aplicação do método AHP indica a seleção do Fornecedor B, a alternativa de maior valor de Prioridade Global. No resultado o Fornecedor B obteve 29 pontos percentuais acima do segundo colocado o Fornecedor C.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

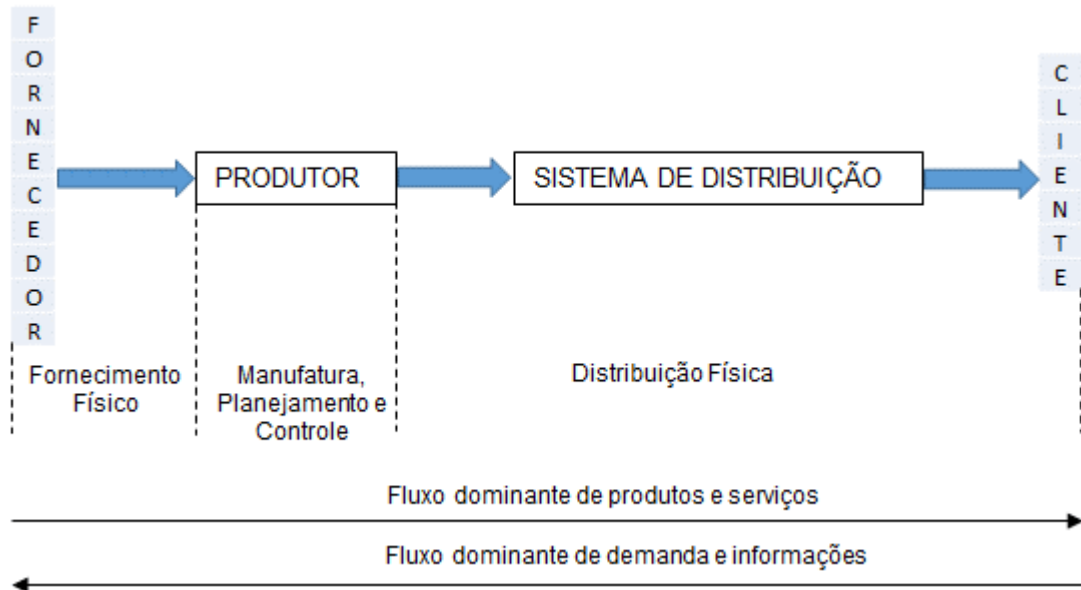
3.1.1 Generalidades sobre Gestão da Cadeia de Suprimentos

SCM é um tópico importante entre os pesquisadores, muitos estudos focam a integração da SC que consiste em fluxos de informação e materiais (PRAJOGO; OLHAGER, 2012). Outros estudos focam os graus de cooperação da SC por meio da Internet nos processos intra e inter-organizacionais (FLYNNA; HUO; ZHAO, 2010; THUN, 2010).

Existem três fases no fluxo de materiais. As matérias-primas fluem para uma empresa manufatureira a partir de um sistema de fornecimento físico, elas são processadas, finalmente, os produtos acabados são distribuídos ao consumidor por meio de um sistema de distribuição física (ARNOLD; CHAPMAN; CLIVE, 2011, p.5).

A Figura 16 mostra este sistema graficamente, para o caso de apenas um fornecedor e um cliente. Normalmente a SC consiste de várias empresas ligadas numa relação oferta/demanda.

Figura 16 – Sistema de fornecimento, produção e distribuição física



Fonte: Arnold, Chapman e Clive (2011)

Da mesma forma, um cliente pode ter vários fornecedores e pode, por sua vez, fornecer para vários clientes. Enquanto há uma relação fornecedor / cliente, eles são todos membros da mesma SC.

Há uma série de fatores importantes no SC, a saber:

- O SC inclui todas as atividades e processos de fornecimento de um produto ou serviço a um cliente final.
- Quaisquer números de empresas podem ser ligados ao SC.
- Um cliente pode ser um fornecedor para outro cliente.
- Embora o sistema de distribuição pode ser direto do fornecedor ao cliente, dependendo dos produtos e mercados, ele pode conter um número de intermediários (distribuidores), tais como atacadistas e varejistas.
- Produtos ou serviços normalmente fluem do fornecedor ao cliente, e informações sobre a demanda normalmente flui de cliente para fornecedor.

O desenho e a integração do SC dependem de estratégias de gestão adotadas pela empresa e são baseadas nas competências essenciais, envolvendo processos de tomada de decisão de terceirizar atividades em SC, como a manufatura, a fim de atingir o ganho de flexibilidade e redução de custos (DAVENPORT, 2005; PRAHALAD; HAMEL, 1990).

A SCM tornou-se estrategicamente importante para o processo de negócio. A revisão da literatura cobre trabalhos relevantes categorizados nesta seção: seleção fornecedores, colaboração, rede de distribuição, GSCM, estratégia de compras, integração do SC e cadeia de valor.

As pesquisas focadas na seleção de fornecedores utilizam vários critérios para avaliar o preço e desempenho de entrega. Chan e Kumar (2007) e Chan *et al.* (2008) apresentaram uma combinação da Teoria *Fuzzy* e o AHP para seleção de fornecedores globais.

Ertay, Kahveci e Tabanlı (2011) utilizaram ELECTRE III para avaliar e classificar o desempenho de fornecedores. Na mesma direção Saen (2007) e Sevkli *et al.* (2007) realizaram o processo de avaliação e seleção de fornecedores incorporando o AHP e *Data Envelopment Analysis* (DEA). Ha e Krishnan (2008) acrescentaram a rede neural na seleção de fornecedores.

A colaboração entre empresas de um SC é conhecida como colaboração horizontal. Naesens, Gelders e Pintelon (2009) forneceram um quadro global para uma iniciativa de colaboração horizontal com uso de recursos nos estoques usando o AHP.

O objetivo de uma rede de distribuição é atribuir um número de pontos de consumo e oferta. Ho e Emrouznejad (2009) propuseram avaliar o desempenho de armazenagem utilizando o AHP e *Goal Programming*. Sharma, Moon e Bae (2008) ilustraram uma rede de distribuição usando o AHP com base em características do produto.

GSCM é uma abordagem para melhorar o desempenho ambiental dos processos, incluindo o desempenho ambiental da SCM e logística reversa. Hsu e Hu (2008) centraram-se na GSCM para investigar a consistência e abordagens prioritárias na implementação de processos na indústria eletrônica de Taiwan.

Lu, Wu e Kuo (2007) apresentaram um procedimento para avaliar os fornecimentos verdes utilizando a Teoria Fuzzy e o AHP. Wang *et al.* (2012) propuseram um modelo usando o mesmo método para analisar os riscos de diferentes alternativas e práticas verde na SC de moda.

A estratégia de compras é baseada em alinhamento estratégia de negócios. Drake e Lee (2009) investigaram a priorização das componentes da estratégia de negócio da fabricante sul-coreana de elevadores utilizando o AHP. Já Palma-Mendoza (2014) propôs um redesenho de SC para apoiar a integração com modelo *Supply Chain Operations Reference Model* (SCOR) e AHP.

A cadeia de valor fornece produtos e serviços às necessidades do cliente. Rabelo *et al.* (2007) apresentaram um quadro para integrar o SCOR, o AHP e a simulação de eventos discretos em serviços e manufatura em um estudo de caso no Sudeste Asiático. O resultado foi eficaz ao apoiar às decisões executivas (RABELO *et al.*, 2007).

3.1.2 Modelo de referência na Gestão da Cadeia de Suprimentos

O modelo SCOR (ROSS, 2015), foi introduzido em 1996 e, nele, os *Frameworks* fornecem uma linguagem padrão para operações de SC e as principais atividades para gerir medidas eficazes e eficientes. A abordagem do modelo de referência de processo é única na forma como ele se junta a processos de negócios, métricas de desempenho, práticas e habilidades das pessoas em uma estrutura (ROSS, 2015).

O modelo SCOR descreve atividades de negócios, a fim de atender às demandas dos clientes, melhorando o desempenho do SC para apoiar a estratégia de SCM. Modelos de referência de processos integram os conceitos conhecidos de reengenharia que capturam a situação atual de um processo e derivaram para situação futura, *benchmarking*, medição de processos e desenho organizacional em uma estrutura *cross*-funcional. Os limites de atuação do modelo SCOR foram definidos a partir do fornecedor para o cliente (MEDINI; BOUREY, 2012).

O modelo SCOR contém três níveis de detalhe do processo. O Nível I (Figura 17) é o nível superior que lida com os tipos de processo: *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, *Return* e *Enable*, os quais são comentados a seguir (ROSS, 2015):

Figura 17 – Modelo SCOR



Fonte: Ross (2015)

— *Plan*: gestão de demanda/planejamento de materiais e produtos. Balanceamento dos recursos baseado nos requerimentos para estabelecer os planos e comunicá-los para toda a SC.

— *Source*: gestão de fornecimento de produtos *make-to-order* (definido como um ambiente de produção, no qual o serviço é realizado somente após o recebimento da ordem do cliente) e *engineer-to-order* (definido como um ambiente de produção, para a fabricação de itens ou estruturas que requerem uma capacidade de *design* personalizado, muitas vezes únicas). Programação de entregas com os fornecedores; recebimento, e transferência de produtos.

— *Make*: *make-to-stock* (definido como um ambiente de produção, no qual a produção é realizada antes do recebimento da ordem do cliente, ou seja, produção para estoque), *make-to-order*, e *engineer-to-order* na execução de produtos. Programação de produção, produção e teste e embalagem.

— *Deliver*: gestão da ordem de cliente, armazenagem e transportes para *make-to-stock*, *make-to-order*, *engineer-to-order*. Todas as etapas de gerenciamento do ciclo de pedidos, embarques e seleção de transportadores.

— *Return*: retorno de matérias primas e produtos acabados.

— *Enable*: representa a integração dos processos SCM.

Dentro de todos os modelos de referência, existe um escopo e centra-se no seguinte:

- Interações com os clientes: desde a entrada do pedido até o faturamento de produtos.
- Produto: desde o fornecedor do seu fornecedor para o cliente do seu cliente.
- Interações de mercado: a partir da compreensão da demanda agregada para o cumprimento de cada ordem.

Os atributos para mensuração do desempenho utilizados no Modelo são: a confiabilidade de entrega, a agilidade, o custo e os ativos. Continuando a apresentar o modelo SCOR, o Nível II é o nível de configuração da SC, ou as categorias de processo. No Nível II as empresas implementam as suas estratégias de operações. O modelo considera 18 categorias de processo, incluindo os ambientes de produção *make-to-stock*, *make-to-order* e *engineer-to-order* (Quadro 9).

Quadro 9 – Categorias de processo SCOR

Tipo de processo	Categoria de processo
<i>Plan</i>	P1 - Planejar a SC
	P2 - Planejar o fornecimento
	P3 - Planejar a produção
<i>Source</i>	S1 - Fornecer produto para estoque
	S2 - Fornecer produtos <i>make-to-order</i>
	S3 - Fornecer produtos <i>engineer-to-order</i>
<i>Make</i>	M1 - Produzir <i>make-to-stock</i>
	M2 - Produzir <i>make-to-order</i>
	M3 - Produzir <i>engineer-to-order</i>
<i>Deliver</i>	D1 - Entregar produto para estoque
	D2 - Entregar produtos <i>make-to-order</i>
	D3 - Entregar produtos <i>engineer-to-order</i>
<i>Return</i>	SR1 - Retornar produtos fornecidos com defeitos
	DR1 - Retornar produtos entregues com defeitos
<i>Enable</i>	<i>Enable Plan</i>
	<i>Enable Source</i>
	<i>Enable Make</i>
	<i>Enable Deliver</i>

Fonte: Huan, Sheoran e Wang (2004)

O Nível III é um elemento de processo sendo o escopo o nível mais baixo do modelo SCOR. No Nível 3 a empresa define e os elementos do processo, tais como: as entradas de informação, o desempenho, e as melhores práticas. Os elementos do processo são necessários

e auxiliam uma empresa competir com sucesso em seus mercados escolhidos (HUAN; SHEORAN; WANG, 2004).

3.1.3 Gestão da Cadeia de Suprimentos verde

Hervani, Helms e Sarkis (2005) definiram o *Green Supply Chain Management* (GSCM) como compras, manufatura e materiais verdes, gestão, distribuição e comercialização verde, e logística reversa. Uma cadeia de suprimentos típica inclui a reutilização, remanufatura e reciclagem de materiais em novos materiais ou produtos.

GSCM é uma prática generalizada entre as empresas que procuram para melhorar o desempenho ambiental (TESTA; IRALDO, 2010). As métricas para medir o desempenho aplicados em GSCM tais como qualidade, emissões atmosféricas, o consumo de energia, as emissões de gases e outros foram identificados (AHI; SEARCY, 2015).

Diabat e Govindan (2011) identificaram os principais fatores envolvidos na implementação da SCM como a integração da gestão ambiental de qualidade no processo de planejamento e operação, redução do consumo de energia e a reutilização e reciclagem de materiais.

A reutilização é o processo de recolhimento e uso de materiais usados por mais de uma vez, podendo ser produtos ou componentes. O processo de remanufatura consiste na coleta de um produto usado, avaliado a sua condição e reparado (BEAMON, 1999).

A eliminação de resíduos por meio do SC forneceu às empresas uma das maneiras de obter lucro e considerar a sustentabilidade como uma vantagem competitiva (KUMAR *et al.*, 2012; HAANAES *et al.*, 2012; PRESLEY *et al.*, 2007). A adoção de práticas eco amigáveis na gestão da produção inclui a utilização de tecnologias sustentáveis e limpas (JABBOUR, 2010).

3.2 EDUCAÇÃO E GESTÃO DO CONHECIMENTO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

3.2.1 Educação na Gestão da Cadeia de Suprimentos

A SCM envolve a integração de processos de negócios entre os departamentos de uma empresa, bem como entre uma empresa e seus clientes e fornecedores para melhorar o desempenho. A recente intensificação de interesse na educação em SCM inclui a necessidade de promover a aprendizagem de SCM em resposta a necessidade de profissionais qualificados (SOHAL, 2013; OZMENT; KELLER, 2011).

A educação e o ensino são integrados, para serem eficazes e de alta qualidade o currículo de SCM deve conter métodos de instrução adequadas para ajudar os estudantes a obter as competências requeridas pela indústria para competir no âmbito global (HOHENSTEIN *et al.*, 2014). A qualidade da educação é importante para a SCM, assim como para qualquer outro campo do conhecimento. Há indicativos estratégicos para otimizar a educação e a aprendizagem em SCM como parte da sustentação da vantagem competitiva da organização (GIBSON; KERR; FISHER, 2016).

Waller e Fawcett (2015) defendem a educação executiva, como a SCM, que pode servir como um integrador entre a escola de negócios e a universidade. Ou seja, pode servir como um integrador entre a pesquisa acadêmica e da prática da gestão e negócios.

A melhoria contínua na qualidade e no valor da experiência educacional levou as instituições de SCM, tais como como o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), ou *Institute for Supply Management* (ISM) efetuaram pesquisas regulares com os seus associados sobre as competências, habilidades e conhecimentos necessários para ser bem-sucedido (LUTZ; BIROU, 2013).

Para desenvolver profissionais em SCM competentes para o futuro, três iniciativas foram apresentadas, quais sejam (SOHAL, 2013):

- Avaliação dos profissionais da SCM com foco na formação atual, nas áreas de responsabilidade e nas necessidades de educação e treinamento futuras.
- A formação de um fórum composto por representantes de empresas, universidades e associações da indústria para discutir e sobre o conjunto de competências necessárias para os profissionais em SCM.
- Avaliação da importância do conjunto de competências pelos próprios profissionais em SCM.

Os programas em SCM continuam a aumentar em resposta à demanda da indústria, esta visão abrangente pode servir como referência para as práticas do ensino de SCM (SARRICO; ROSA, 2016).

3.2.2 Instituições de Gestão da Cadeia de Suprimentos

Devido à importância da SCM para as empresas que estão integradas em cadeias globais de valor, a demanda por profissionais qualificados tem crescido nos últimos anos (COTTRILL, 2010). Várias instituições e associações oferecem oportunidades para que os indivíduos desenvolvam novas habilidades, melhorem as suas qualificações profissionais e ampliem seus conhecimentos, criando profissionais envolvidos e motivados.

As instituições de SCM são dedicadas a desenvolver e compartilhar conhecimentos em SCM, por exemplo: ser membro da instituição, conferências, pesquisas, publicações, materiais e programas de educação, e certificação profissional.

Existem várias instituições de SCM tais como: APICS, CSCMP, *European Logistics Association* (ELA), *Institute of Business Forecasting & Planning* (IBF), *Supply Chain International Education Alliance* (ISCEA), e ISM. No Quadro 10 têm-se informações adicionais das instituições de SCM, tais como o ano de fundação, a localização e *website*.

Quadro 10 – Instituições de SCM

Instituição	Fundação	Sede	Website
APICS	1957	Chicago, EUA	www.apics.org
CSCMP	1963	Chicago, EUA	www.cscmp.org
ELA	1984	Bruxelas, Bélgica	www.elalog.org
IBF	1981	N. Iorque, EUA	www.ibf.org
ISCEA	NA	Beachwood, EUA	www.iscea.org
ISM	1915	Tempe, EUA	www.ism.ws

A certificação profissional é considerada como vantagem estratégica necessária no mundo globalizado, no qual a taxa de mudança tecnológica e organizacional acelera exponencialmente (LUMMUS, 2007). Todas as instituições de SCM apresentadas nessa seção oferecem programas de certificação profissional, os quais são comentados a seguir:

— *Advanced Certified Professional Forecaster (ACPF)* – esse programa foi desenvolvido por IBF e aborda a previsão e o planejamento de demanda, a aplicação de modelos e o uso de *software* estatístico.

— *Certified Production and Inventory Management (CPIM)* – esse programa foi desenvolvido pela APICS e tem um olhar em profundidade das atividades de produção e de estoque nas operações internas de uma empresa.

— *Certified Professional in Supply Management (CPSC)* – esse programa foi desenvolvido por ISM e aborda a negociação e contratação na área de compras, custos e finanças e mercado internacional.

— *Certified Supply Chain Manager (CSCM)* – esse programa foi desenvolvido por ISCEA e abrange a SCM, a teoria das restrições, a contabilidade operacional, o *Lean Six Sigma* e a liderança.

— *European Certified Logistician (ECL)* – esse programa foi desenvolvido por ELA e abrange o gerenciamento logístico, e a configuração da rede logística.

— *Supply Chain Professional (SC PRO)* – esse programa foi desenvolvido por CSCMP e abrange a SCM e o desenho da SC.

As certificações são orientadas para o processo e proporcionam aos participantes a melhor base possível de avaliação e conhecimento educacional. A obtenção de uma certificação mostra um compromisso com a profissão, demonstra valor para o empregador, aumenta o potencial de ganho, e fornece um caminho para o avanço da carreira.

3.2.3 Gestão do conhecimento na Gestão da Cadeia de Suprimentos

A SCM permite às organizações gerenciar o fluxo de informações, valores e produtos além dos limites físicos da organização. O desafio é promover e gerenciar o fluxo eficiente de informações na SC, além de compartilhar conhecimentos, incluindo lições aprendidas que geram melhores práticas (SHIH *et al.*, 2012).

O conhecimento é um bem valioso, que está incorporado em produtos de alto valor agregado e de alta tecnologia. A gestão do conhecimento incorpora a aquisição e manutenção do conhecimento, tão valioso dos bens intelectuais (DALKIR, 2005). A gestão do conhecimento auxilia a tomada de decisão e contribui para a geração de conhecimento (CAMPBELL; GOENTZEL; SAVELSBERGH, 2000).

O conceito de "conversão do conhecimento", explica como o conhecimento tácito e explícito interagem continuamente (NONAKA, 1994). Existem quatro tipos de conversão do conhecimento de acordo com o modelo de Nonaka e Takeuchi (1995): socialização, externalização, combinação e internalização. O processo de socialização, indivíduo para indivíduo, consiste na transição do conhecimento tácito para tácito, que compartilha o conhecimento de uma forma natural, com as interações tipicamente sociais.

A externalização, indivíduo para grupo, ocorre na transição do conhecimento tácito em explícito, isto é, ocorre em formas metafóricas, analogias, conceitos e hipóteses ou modelos. A combinação, grupo para organização, ocorre na transferência do conhecimento explícito para explícito, isto é, quando os conceitos são organizados e sistematizados como, por exemplo, um resumo executivo. A internalização, organização para indivíduo, ocorre na transição do conhecimento explícito para tácito, e é fortemente ligado a "aprender fazendo", convertendo ou integrando experiências individuais.

Muitas vezes, é necessário contar com o conhecimento explícito e tácito, quando o conhecimento só é tácito, pode não ser transferível por meio da interação face-a-face (SHIH *et al.*, 2012).

O processo de conversão do conhecimento no âmbito das instituições de SCM pode ser avaliado por meio do diálogo, estudo, escrita e resumo (NONAKA; TAKEUCHI, 1995), que são comentados a seguir:

— *Diálogo*: associação de membros, conferências, cursos, eventos *online* e *workshops* que fornecem informações relevantes e úteis para fornecer profissionais qualificados ao mercado de trabalho. Pessoas com interesses comuns e oportunidades de redes de comunicação para colocar as competências complementares em contato, as pessoas mais experientes em contatos face-a-face. Incentivar a colaboração e contribuir para a socialização.

— *Estudo*: treinando e proporcionando aos participantes conhecimento educacional, discussões interativas sobre o material e facilitando a internalização. A obtenção de certificação profissional em SCM mostra um compromisso com a profissão que leva a um sentimento de realização e progressão na carreira.

— *Escrita*: o programa de educação em SCM contribui para a articulação do conhecimento tácito pelo instrutor, e contribui também para a externalização.

— *Resumo*: estudo de caso e reimpressões facilitam o compartilhamento do conhecimento por meio das melhores práticas. Apoiar o processo de combinação, uma vez que pode resultar em um novo conhecimento explícito.

A Figura 18 apresenta o processo de conversão do conhecimento das associações de SCM em quatro quadrantes: socialização, externalização, internalização e combinação conhecida como SECI (NONAKA; TAKEUCHI, 1995).

Figura 18 – O processo de conversão do conhecimento das instituições de SCM



Fonte: Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1995)

Com as demandas do mundo moderno, os profissionais estão cada vez mais envolvidos no processo de tomada de decisões estratégicas. Assim, há uma necessidade de profissionais qualificados e conscientes das necessidades da indústria (CAMPBELL; GOENTZEL; SAVELSBERGH, 2000).

Tramarico *et al.* (2015a) avaliaram dois conjuntos de benefícios designados como individual e organizacional baseados no programa de educação das associações de SCM. O Quadro 11 apresenta alguns benefícios e suas descrições. Os quatro primeiros são benefícios individuais relacionadas com participantes ou pessoas treinadas como o reconhecimento individual de manter e motivar comportamentos, e para melhorar e validar o conhecimento que pode resultar em uma vantagem competitiva sustentável para uma empresa.

Quadro 11 – Benefícios individuais e organizacionais

Benefícios	Descrição	Fonte
Reconhecimento individual	O reconhecimento é apropriado para motivar comportamentos, como criatividade, compromisso e iniciativa.	Hansen, Smith e Hansen (2002)
Melhoria do conhecimento em SCM	O compartilhamento do conhecimento e aprendizado em SCM pelos empregados podem dar à empresa uma vantagem competitiva sustentável.	Van Zyl (2003)
Reconhecimento da certificação profissional	A certificação permite aos indivíduos demonstrarem o conhecimento nas atividades profissionais em SCM.	Lummus (2007)
Validação do conhecimento e habilidades	A avaliação do conhecimento e das habilidades dos empregados é relevante para o aumento do conhecimento organizacional.	Treem (2013), Gammelgaard e Larson (2001)
Entendimento comum do vocabulário para processos	Entendimento comum de um determinado conceito ou terminologia.	Lummus (2007)
Utilizar as melhores práticas (<i>best practices</i>)	As melhores práticas são um meio eficaz para realizar objetivos e podem ser utilizadas ou adaptadas.	Gilbert (2014), Bulkeley (2006)
Melhoria do desempenho corporativo	A capacidade de compartilhar conhecimento tácito e explícito na empresa, permite aumento na performance competitiva.	Schoenherr, Griffith e Chandra (2014)
Comprovação do conhecimento organizacional	Foco no apoio ao empregado para ser mais eficaz no trabalho em grupo e na organização.	Khadivar <i>et al.</i> , (2007)

Fonte: Tamarico *et al.* (2015a)

Os quatro últimos são benefícios organizacionais, tais como: a compreensão comum de vocabulário e os conceitos que seriam consistentes na empresa; a utilização das melhores práticas, bem como a melhoria do desempenho corporativo por meio do compartilhamento do conhecimento explícito e tácito. Os programas de educação oferecidos pelas instituições de SCM serão avaliados na seção 4.2.

3.3 GESTÃO POR COMPETÊNCIAS

A valorização do modelo de gestão por competências aconteceu principalmente após o lançamento da obra de Prahalad e Hamel (1990) e sua contribuição ao conceito de competências essenciais. Competências é a capacidade de combinar, misturar e integrar recursos em produtos e serviços (PRAHALAD; HAMEL, 1990).

A distinção entre recursos e competências “ Um recurso é algo que a organização possui ou tem acesso, mesmo que seja temporário... uma competência é uma habilidade para fazer alguma coisa... uma competência é construída a partir de ‘blocos’ denominados recursos” (MILLS *et al.*, 2002, p.9–14).

Para Prahalad e Hamel (1990), as competências essenciais oferecem benefícios aos consumidores e são difíceis de imitar. Por outro lado, ao definir uma estratégia competitiva a empresa identifica as competências essenciais do negócio e as competências necessárias a cada função que são as competências organizacionais. Para sistematizar estes conceitos, Mills *et al.* (2002) propuseram o Quadro 12, incluindo também as competências distintivas, reconhecidas pelos clientes.

Quadro 12 – Níveis de competências

Competências	Descrição
Competências essenciais	São as competências e atividades mais importantes no nível corporativo que são chave para a sobrevivência da empresa.
Competências distintivas	São as competências e atividades que os clientes reconhecem como diferenciadores de seus concorrentes e geram vantagens competitivas.
Competências organizacionais	São as principais atividades chaves esperadas em cada unidade de negócios na empresa.

Fonte: Adaptado de Mills *et al.* (2002)

Existem ainda as competências dos indivíduos que, de acordo com Le Boterf (1998), incluem a formação das pessoas (sua biografia e socialização), a formação educacional e a experiência profissional. A competência é um saber agir responsável e implica saber como mobilizar, integrar recursos, transferir os conhecimentos, recursos e habilidades num contexto

profissional determinado. Para sistematizar estes conceitos, Fleury e Fleury (2011) apresentaram as competências profissionais como no Quadro 13.

Quadro 13 – Competências do profissional

Competências do profissional	Descrição
Saber agir	Saber o que e por que faz. Saber julgar, escolher, decidir.
Saber mobilizar	Saber mobilizar recursos de pessoas, financeiros, materiais, criando sinergia entre eles.
Saber comunicar	Compreender, processar, transmitir informações e conhecimentos, assegurando o entendimento da mensagem pelos outros.
Saber aprender	Trabalhar o conhecimento e a experiência. Rever modelos mentais. Saber desenvolver-se e propiciar o desenvolvimento dos outros.
Saber comprometer-se	Saber engajar-se e comprometer-se com os objetivos da organização.
Saber assumir responsabilidades	Saber responsável, assumindo os riscos e as consequências de suas ações, e ser, por isso, reconhecido.

Fonte: Fleury e Fleury (2011)

Os conhecimentos e o *know-how* não adquirem o status de competência a não ser que sejam comunicados e trocados (FLEURY; FLEURY, 2011). A noção de competência é associada a verbos como saber agir, mobilizar recursos, integrar saberes múltiplos e complexos, saber aprender, saber se engajar, assumir responsabilidades e ter visão estratégica.

Para desenvolver competência essencial a longo prazo, a companhia necessita de um processo sistemático de aprendizagem e inovação organizacional que agrega valor a partir do indivíduo por meio do conhecimento, habilidades e atitudes até a organização.

4. AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

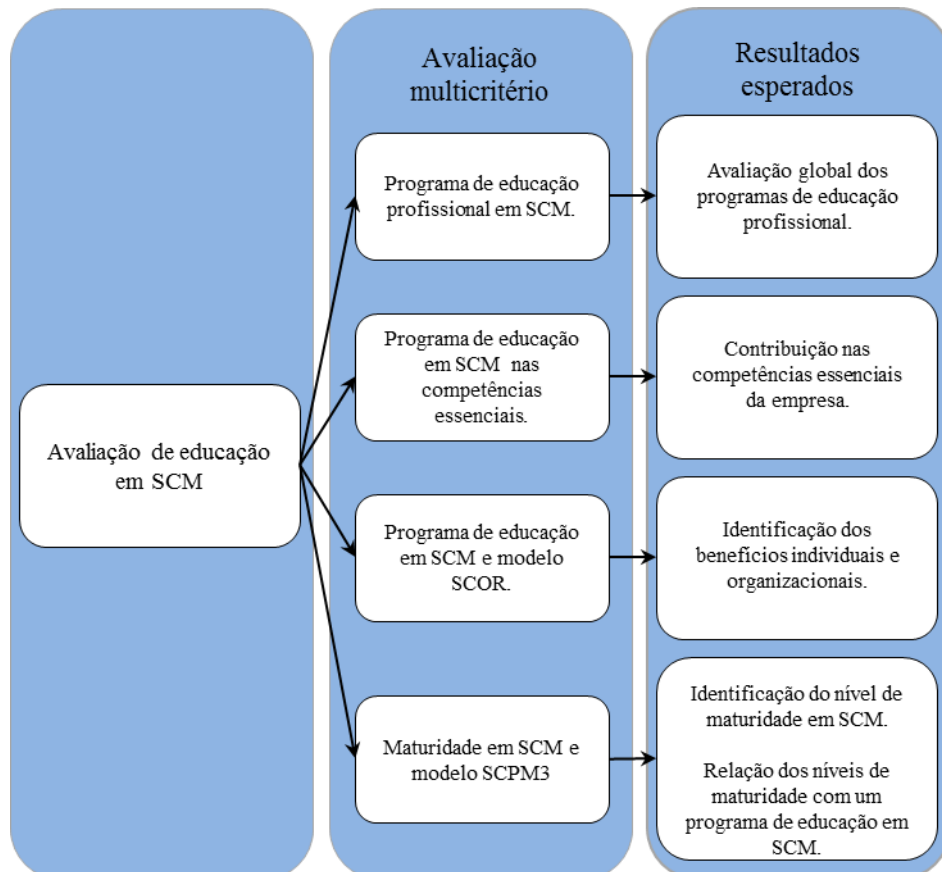
4.1 MODELO PROPOSTO PARA AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

O desenvolvimento da pesquisa foi norteado por aspectos inovadores e práticos, buscou-se o tema educação em SCM a partir de publicações em periódicos selecionadas. Na aplicação do AHP é possível combinar com outros métodos, como exposto na seção 2.3.2. Propõe-se evitar combinações do AHP com outros métodos, necessitando, portanto, conhecimentos em apenas um método de MCDM.

Existem vantagens quando se utiliza um processo de modelagem para avaliação multicritério, tais como: os modelos possibilitam tornar explícito os seus objetivos, a identificação das variáveis e a comunicação de ideias.

Ao invés de uma avaliação multicritério exclusiva, a pesquisa contribuirá com a apresentação de um modelo para a avaliação da educação em SCM com quatro abordagens multicritério distintas (Figura 19).

Figura 19 – Modelo para avaliação da educação em SCM



Serão avaliados os principais programas de educação profissional em SCM, o resultado esperado é uma avaliação global dos programas de educação profissional em SCM.

Serão avaliados também o programa de educação em SCM nas competências essenciais, espera-se identificar a contribuição do programa nas competências. Serão avaliados ainda o programa de educação em SCM e modelo SCOR, espera-se identificar os benefícios individuais e organizacionais. E ao final serão avaliados os níveis de maturidade da SCM que contribuirá na investigação da relação entre modelo de maturidade e programa de educação em SCM.

Todas as avaliações multicritérios proposta no modelo (Figura 19) serão conduzidas de acordo com o protocolo de pesquisa (Figura 2).

A adoção do SCOR no modelo de avaliação da educação em SCM proposto justifica-se devido à sua orientação ao processo e ampla adoção por parte das comunidades acadêmicas e praticantes de SC. O SCOR foi aplicado na avaliação de desempenho e da maturidade em SCM (SELLITO *et al.*, 2015; CAI *et al.*, 2009; OLIVEIRA; MCCORMACK; TRKMAN, 2012) e serviu como guia para modelar os processos utilizando a ferramenta simulação de eventos discretos (RABELO *et al.*, 2007). Röder e Tibken (2006) realizaram uma simulação para tomada de decisão baseada nos conceitos do modelo SCOR que permitiu uma avaliação das diferentes configurações dos processos da SC.

4.2 AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Esta seção apresenta a avaliação dos programas de educação profissional (Figura 19) oferecidos pelas instituições de SCM que são dedicadas a desenvolver, compartilhar conhecimentos e contribuir com programas de educação em SCM.

A proposta compreende avaliar os seis programas de educação apresentados na seção 3.2.2 das principais instituições de SCM (Quadro 14). Inclui-se também na avaliação o programa CPIM adotado pela matriz da empresa estudada. Participaram da avaliação os gerentes da empresa das áreas de Consultoria interna de SCM, Planejamento de demanda, Planejamento de matérias, Planejamento de produção e Consultor de educação em SCM. Todos os especialistas conhecem os programas de educação em SCM apresentados no Quadro 14.

Quadro 14 – Instituições e programas de educação em SCM

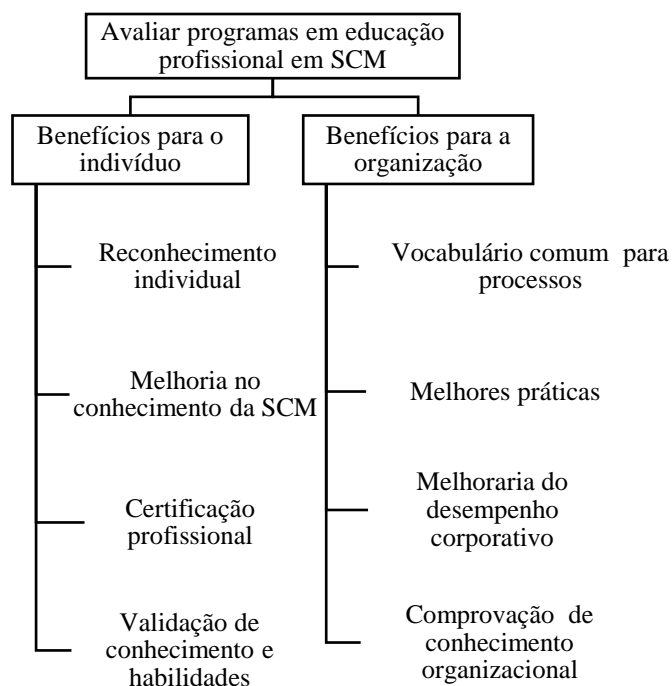
Programa	Instituição
ACPF (<i>Advanced Certified Professional Forecaster</i>)	IBF
CPIM (<i>Certified Production and Inventory Management</i>)	APICS
CPSC (<i>Certified Professional in Supply Management</i>)	ISM
CSCM (<i>Certified Supply Chain Manager</i>)	ISCEA
ECL (<i>European Certified Logistician</i>)	ELA
SC PRO (<i>Supply Chain Professional</i>)	CSCMP

Nesta etapa da pesquisa visou-se à aplicação do AHP a partir da utilização do *Web-Based Software Comparison Suite* na versão 5.4 desenvolvido pela empresa *Expert Choice*.

O AHP utiliza uma estrutura de hierarquia para modelar a complexidade e as interações existentes entre os vários elementos envolvidos em um problema; para o caso estudado aqui, foi considerado como objetivo do problema o primeiro nível hierárquico, avaliação de programas de educação profissional em SCM. Para os critérios foram considerados benefícios para o indivíduo e os benefícios para organização (Quadro 11). Para os subcritérios foram considerados reconhecimento individual, melhoria no conhecimento da SCM, certificação profissional, validação de conhecimento e habilidades, vocabulário comum para processos, melhores práticas, melhoraria do desempenho corporativo, comprovação de conhecimento

organizacional. Na Figura 20 pode-se observar a hierarquia para avaliação de programas de educação em SCM.

Figura 20 – Hierarquia para avaliação de programas de educação em SCM



As comparações aos pares entre subcritérios (Tabelas 9 e 10) foram obtidas por consenso com os executivos da empresa. O *software* opera com valores decimais nas comparações. As prioridades foram obtidas com a normalização do autovetor direito da matriz de comparações.

Tabela 9 – Prioridade dos subcritérios de benefício para o indivíduo

Subcritério	RI	MC	CP	VC	Prioridade
RI (Reconhecimento individual)	1	0,9	0,9	2,4	27,5%
MC (Melhoria no conhecimento da SCM)	1/0,9	1	1	2,7	30,6%
CP (Certificação profissional)	1/0,9	1	1	2,7	30,6%
VC (Validação de conhecimento e habilidades)	1/2,4	1/2,7	1/2,7	1	11,3%

Os dados foram coletados e processados no *software Expert Choice* (EXPERT CHOICE, 2015). Pode-se observar na Tabela 9, os executivos a partir da comparação dos subcritérios Reconhecimento individual e Validação de conhecimento e habilidades julgou o subcritério

Reconhecimento individual como mais importante comparado com Validação de conhecimento e habilidades.

Tabela 10 – Prioridade dos subcritérios de benefício para organização

Subcritério	VP	BP	DC	CO	Prioridade
VP (Vocabulário comum para processos)	1	1	0,9	2,2	28,1%
BP (<i>Best practices</i>)	1	1	0,9	2,2	28,1%
DC (Melhoria do desempenho corporativo)	1/0,9	1/0,9	1	2,7	31,1%
CO (Comprovação de conhecimento organizacional)	1/2,2	1/2,2	1/2,7	1	12,7%

Os programas de educação em SCM foram avaliados utilizando-se medição absoluta e síntese ideal (MILLET; SAATY, 2000) que são os procedimentos usuais em aplicações de AHP. Assim, a avaliação dos programas inovou ao optar por procedimentos não usuais. A combinação de medição absoluta com síntese ideal tem como grande vantagem não permitir a inversão de ordem, ou *ranking reversal*, uma crítica inicialmente associada ao AHP, mas presente em diversos métodos de MCDM, como ELECTRE e TOPSIS, por exemplo (TRANTAPHYLLOU, 2010).

Na Medição Relativa as alternativas são comparadas duas a duas. Na medição absoluta, as alternativas são comparadas uma a uma com uma escala como, por exemplo: excelente, muito bom, bom, médio e fraco. Na avaliação dos programas utilizou-se a escala *default* do *software Expert Choice* (Tabela 11).

Tabela 11 – Escala *default* para medição absoluta

Nível	Prioridade
N1 (excelente)	1
N2 (muito bom)	0,83
N3 (entre bom e muito bom)	0,67
N4 (bom)	0,5
N5 (entre fraco e bom)	0,25
N6 (fraco)	0

Fonte: Expert Choice (2015)

A avaliação qualitativa dos programas em SCM foi realizada para todos os subcritérios de benefício para o indivíduo e para organização (Quadro 15).

Quadro 15 – Avaliação qualitativa dos programas de educação em SCM

Programa / subcritérios	RI	MC	CP	VC	VP	BP	DC	CO
ACPF (<i>Advanced Certified Professional Forecaster</i>)	N2	N2	N2	N3	N1	N4	N2	N2
CPIM (<i>Certified Production and Inventory Management</i>)	N2	N1	N1	N2	N1	N2	N2	N2
CPSC (<i>Certified Professional in Supply Management</i>)	N4	N3	N4	N4	N2	N3	N3	N4
CSCM (<i>Certified Supply Chain Manager</i>)	N4	N3	N4	N4	N4	N4	N4	N4
ECL (<i>European Certified Logistician</i>)	N4	N3	N4	N4	N2	N1	N4	N4
SC PRO (<i>Supply Chain Professional</i>)	N2	N2	N3	N2	N1	N3	N2	N2

Para a avaliação quantitativa dos programas em SCM, conforme disposto na Tabela 12, utilizou-se o conteúdo da Tabela 11 e do Quadro 15.

Tabela 12 – Avaliação quantitativa dos programas de educação em SCM

Programa	RI	MC	CP	VC	VP	BP	DC	CO
ACPF	0,83	0,83	0,83	0,67	1	0,50	0,83	0,83
CPIM	0,83	1	1	0,83	1	0,83	0,83	0,83
CPSC	0,50	0,67	0,50	0,50	0,83	0,67	0,67	0,50
CSCM	0,50	0,67	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
ECL	0,50	0,67	0,50	0,50	0,83	1	0,50	0,50
SC PRO	0,83	0,83	0,67	0,83	1	0,67	0,83	0,83

Considerando-se que os benefícios para o indivíduo tenham a mesma prioridade (50%) que os benefícios para a organização, as prioridades locais dos subcritérios (Tabelas 9 e 10) podem ser divididas por 2 para se obter a prioridade global de cada subcritério, por exemplo, para a prioridade global RI tem-se:

$$RI = 27,5\% / 2 = 13,8\%.$$

O mesmo procedimento foi realizado para os demais subcritérios, e os resultados podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13 – Prioridade global dos subcritérios

Subcritério	Prioridade global
Benefícios individuais	50,0%
RI (Reconhecimento individual)	13,8%
MC (Melhoria no conhecimento da SCM)	15,3%
CP (Certificação profissional)	15,3%
VC (Validação de conhecimento e habilidades)	5,6%
Benefícios organizacionais	50,0%
VP (Vocabulário comum para processos)	14,1%
BP (<i>Best practices</i>)	14,1%
DC (Melhoria do desempenho corporativo)	15,5%
CO (Comprovação de conhecimento organizacional)	6,3%

As prioridades globais para os subcritérios associadas aos benefícios individuais e organizacionais indicaram que existe um nível importância (cerca de 15%) entre MC, CP e DC. Uma interpretação desses resultados indica que as características mais valiosas desejáveis para as instituições de SCM são: a capacidade de melhorar o desempenho da empresa, o reconhecimento da certificação profissional, na melhoria do conhecimento em SCM. Observe-se, no entanto, que os outros subcritérios RI, VP e BP estão em um nível mais baixo, mas não tão distante (13% -14%),

Ponderando a avaliação quantitativa do programa pela prioridade global de cada subcritério (Tabela 12 e Tabela 13) obtém-se a avaliação global dos programas (Tabela 14). Por exemplo, os benefícios para o indivíduo podem ser calculados da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} ACPF &= 0,83 \cdot 13,8\% (RI) + 0,83 \cdot 15,3\% (MC) + 0,83 \cdot 15,3\% (CP) + 0,67 \cdot 5,6\% (VC) \\ &= 0,41 \end{aligned}$$

O mesmo procedimento foi realizado para se calcular os benefícios para organização, por exemplo:

$$\begin{aligned} ACPF &= 1,0 \cdot 14,1\% (VP) + 0,5 \cdot 14,1\% (BP) + 0,83 \cdot 15,5\% (DC) + 0,83 \cdot 6,3\% (CO) = \\ &= 0,39 \end{aligned}$$

Assim, somando-se os resultados, tem-se na avaliação global:

$$0,41 + 0,39 = 0,80$$

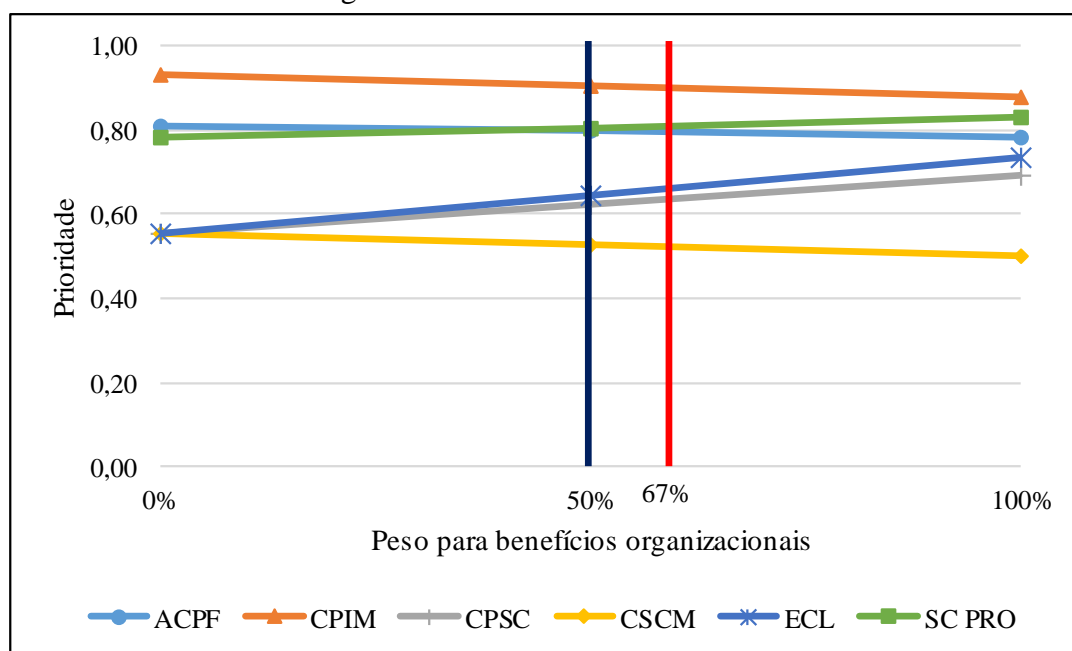
O mesmo procedimento foi realizado para os demais programas e os resultados da avaliação global podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14 – Avaliação global dos programas de educação em SCM

Programa	Benefícios para o indivíduo	Benefícios para a organização	Avaliação global
ACPF	0,81	0,79	0,80
CPIM	0,93	0,88	0,91
CPSC	0,55	0,69	0,62
CSCM	0,55	0,50	0,53
ECL	0,55	0,73	0,64
SC PRO	0,78	0,83	0,81

É possível realizar uma análise de sensibilidade. Por exemplo, pode-se testar uma decisão gerencial assumindo valorizar os benefícios para a organização, por exemplo, com um peso de 67%, e os benefícios para os indivíduos com o peso de 33%. Para este caso, após a realização do mesmo procedimento de cálculo pode-se observar os resultados na Figura 21.

Figura 21 – Análise de sensibilidade



Na Figura 21, as linhas verticais azuis e vermelhas representam os pesos originais para benefícios organizacionais. No entanto, qualquer que seja o peso para o programa CPIM manteve-se sem alteração. Pode-se observar que o programa SC PRO apresentou alteração mudou de posição com o programa ACPF. Os demais programas de educação ECL, CPSC e CSCM mantiveram-se na mesma posição.

O resultado da avaliação apontou que, dentre os programas de educação em SCM avaliados, o programa de educação CPIM foi considerado o melhor. Os resultados comprovam a satisfação da empresa com o programa CPIM iniciado durante este projeto de pesquisa.

Os resultados não podem ser simplesmente generalizados. Estudos futuros podem estender as conclusões obtidas para outras organizações.

4.3 AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE PROGRAMA DE EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NAS COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS

Esta seção apresenta a avaliação de programa de educação em SCM (Figura 19) nas competências essenciais.

A satisfação da empresa com o programa CPIM também foi medida em outra aplicação do AHP. Nesta pesquisa, 174 empregados da empresa foram entrevistados e avaliaram benefícios proporcionados pelo treinamento de acordo com a qualidade percebida por eles para cada uma das competências essenciais da empresa, quais sejam: inovação, colaboração, sustentabilidade, empreendedorismo e foco no cliente (Quadro 16).

As competências essenciais fornecem um guia consistente, aplicável na aprendizagem e ao desenvolvimento dos empregados e:

- São parte integrante dos programas de aprendizagem e desenvolvimento.
- Formam a base do aprendizado ao longo da carreira profissional.

Quadro 16 – Competências essenciais da empresa

Competências essenciais	Descrição
Inovação	Contribuir para soluções criativas e alimentar o espírito de inovação
Colaboração	Procura agir de acordo com oportunidades que acrescentem valor dentro e entre unidades
Sustentabilidade	Demonstra decisão e persistência para alcançar benefícios econômicos, ambientais e sociais em longo prazo
Empreendedorismo	Assumir a responsabilidade dos resultados, ultrapassar obstáculos e promover a mudança
Foco no cliente	Atuar no sentido de oferecer valor ao cliente, ao mesmo tempo em que obtém resultados lucrativos para o negócio

Fonte: Empresa pesquisada

A principal etapa do AHP é a decomposição do problema em uma hierarquia, definindo os objetivos e critérios. O objetivo é avaliação de programa de educação em SCM, e as competências essenciais da empresa (Quadro 16) são os critérios. A hierarquia aplicada na avaliação de treinamento em SCM pode ser observada na Figura 22.

Figura 22 – Hierarquia para avaliar de programa de educação em SCM e competências



Na aplicação do AHP, foram utilizadas a medição absoluta e a síntese ideal (Tabela 11). Todos os 174 entrevistados responderam o questionário de avaliação (APÊNDICE A) elaborado pelo autor. Os resultados estão apresentados na Tabela 15. Com relação à Inovação, 26 entrevistados consideraram o treinamento excelente, 81 muito bom, 51 entre muito bom e bom, 15 bom, e apenas um entrevistado considerou o treinamento entre fraco e bom. Os resultados das demais competências essenciais também podem ser observadas na Tabela 15.

Tabela 15 – Quantidade de avaliações

Nível / Competências	Inovação	Colaboração	Sustentabilidade	Empreendimento	Foco no cliente
Excelente	26	30	32	44	56
Muito bom	81	65	63	73	69
Entre bom e muito bom	51	56	53	36	41
Bom	15	21	22	16	5
Entre fraco e bom	1	2	4	5	3
Fraco	0	0	0	0	0

A prioridade agregada para cada competência essencial (Tabela 16) pode ser obtida ponderando-se a quantidade de avaliações (Tabela 15) pela prioridade do nível de avaliação (Tabela 11).

A prioridade foi calculada para cada competência essencial multiplicando o resultado pelo nível de qualidade dividido pelo número total de empregados. Por exemplo, para a inovação tem-se:

- 26 pessoas avaliaram Inovação como excelente, então $(26 \cdot 1) / 174 = 0,15$;
- 81 avaliaram Inovação como muito bom, então $(81 \cdot 0,83) / 174 = 0,39$;
- 51 avaliaram Inovação como entre muito bom e muito bom, então $(51 \cdot 0,67) / 174 = 0,20$;
- 15 avaliaram Inovação como bom, então $(15 \cdot 0,50) / 174 = 0,08$;

- 1 avaliou Inovação como entre fraco e bom, então $(1 \cdot 0,25) / 174 = 0,04$;

Em resumo, segundo estas avaliações, a prioridade agregada para Inovação será:

$$0,15 + 0,39 + 0,20 + 0,08 + 0,04 = 0,78.$$

O mesmo procedimento foi realizado para as demais competências essenciais, Colaboração, Sustentabilidade, Empreendimento e Foco no cliente. A Tabela 16 apresenta as prioridades agregadas das avaliações.

Tabela 16 – Prioridade agregada

Nível / Competências	Inovação	Colaboração	Sustentabilidade	Empreendimento	Foco no cliente
Excelente	0,15	0,17	0,18	0,25	0,32
Muito bom	0,39	0,31	0,30	0,35	0,33
Entre bom e muito bom	0,20	0,22	0,20	0,14	0,16
Bom	0,04	0,06	0,06	0,05	0,01
Entre fraco e bom	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Fraco	0	0	0	0	0
Prioridade agregada	0,78	0,76	0,76	0,79	0,83

Como foi ilustrado, a avaliação realizada por empregados que participaram no programa CPIM resultou em uma prioridade agregada de 0,78 para a competência inovação. Isso representa uma avaliação entre bom e muito bom, ou seja, incorpora futuras tendências e oportunidades por meio dos diversos assuntos em SCM. Para as demais competências, colaboração, sustentabilidade o resultado foi similar, mas para empreendimento e foco no cliente a prioridade agregada foi superior a 0,78.

Um dos principais comportamentos que demonstram essa competência foco no cliente é incorporar os pontos de vista e as lições aprendidas nas interações com os clientes para tomada de decisões, contribuir a longo prazo para manter as relações com os clientes mutuamente benéficas e alinhadas com o modelo do negócio e ainda reconhecer a contribuição para satisfazer as necessidades do cliente no final da cadeia de valor.

Portanto, o principal resultado da avaliação é a comprovação de que o programa de educação em SCM é benéfico para as competências essenciais da empresa, definidas pelo conselho administrativo na matriz.

4.4 AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE PROGRAMA DE EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E NO MODELO SCOR

As iniciativas de treinamento podem fornecer aos funcionários orientação ambiental adequada. Do ponto de vista gerencial, programas de educação devem desenvolver habilidades em SCM e GSCM. Esta seção apresenta a avaliação de programa de educação em SCM e SCOR (Figura 19).

O modelo proposto de avaliação de treinamento baseia-se nos quatro processos do SCOR, ou seja, *Plan*, *Source*, *Make* e *Deliver*. Nesta pesquisa, doze categorias foram adaptadas considerando o tópico GSCM e seus componentes, por exemplo: "ter uma perspectiva de longo prazo", "melhor uso de recursos", "evitar o retrabalho e gestão de resíduos", "uso de material reciclado", "energia renovável" e "a redução de refugo" estão entre eles (Quadro 17).

O processo *Return* foi considerado como parte da "gestão de transportes com a redução do impacto ambiental", que inclui a logística reversa nessa categoria, esses componentes estão relacionados à gestão de resíduos, o que é crucial para a GSCM (AZZONE; NOCI, 1998; DIGALWAR *et al.*, 2013). O processo *Enable* não possui uma categoria específica, mas é parte de todos os processos adaptados a GSCM, isto é, a integração de todos os processos como por exemplo: a integração de *Plan* e *Make*, planejar e programar a produção a longo prazo com o melhor uso de recursos. *Plan* e *Deliver*, planejar as entregas com uso de cargas completas.

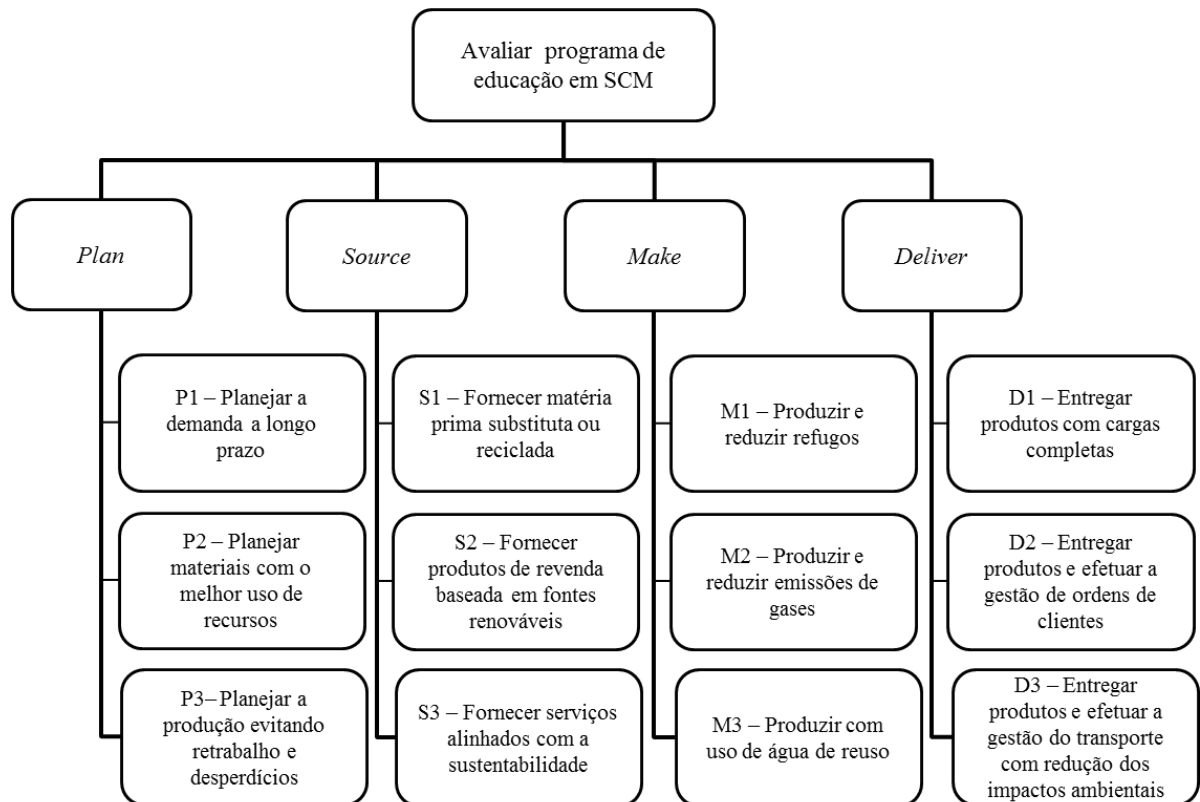
Quadro 17 – Categorias SCOR adaptadas a GSCM

Tipo de processo	Categorias SCOR	Categorias SCOR adaptadas a GSCM
<i>Plan</i>	P1 - Planejar a SC	P1 - Planejar a demanda a longo prazo
	P2 - Planejar o fornecimento	P2 - Planejar materiais com o melhor uso de recursos
	P3 - Planejar a produção	P3 - Planejar a produção evitando retrabalho e desperdícios
<i>Source</i>	S1 - Fornecer produto para estoque	S1 - Fornecer matéria prima substituta ou reciclada
	S2 - Fornecer produtos <i>make-to-order</i>	S2 - Fornecer produtos de revenda baseada em fontes renováveis
	S3 - Fornecer produtos <i>engineer-to-order</i>	S3 - Fornecer serviços alinhados com a sustentabilidade
<i>Make</i>	M1 - Produzir <i>make-to-stock</i>	M1 - Produzir e reduzir refugos
	M2 - Produzir <i>make-to-order</i>	M2 - Produzir e reduzir emissões de gases
	M3 - Produzir <i>engineer-to-order</i>	M3 - Produzir com uso de água de reuso
<i>Deliver</i>	D1 - Entregar produto para estoque	D1 - Entregar produtos com cargas completas
	D2 - Entregar produtos <i>make-to-order</i>	D2 - Entregar produtos e efetuar a gestão de ordens de clientes
	D3 - Entregar produtos <i>engineer-to-order</i>	D3 - Entregar produtos e efetuar a gestão do transporte com redução dos impactos ambientais

Fonte: Adaptado de Huan, Sheoran e Wang (2004)

O objetivo do modelo é "Avaliar programa de educação em SCM", assim a hierarquia (Figura 23) foi construída a partir do conjunto de critérios *Plan*, *Source*, *Make* e *Deliver*. O segundo nível foi definido a partir dos subcritérios P1, P2, P3, S1, S2, S3, M1, M2, M3, D1, D2 e D3, categorias SCOR adaptadas a GSCM. Os benefícios para o indivíduo e para organização são as alternativas.

Figura 23 – Hierarquia para avaliação de programa de educação em SCM e SCOR



Participaram da avaliação os gerentes da empresa das áreas de Consultoria interna de SCM, Planejamento de demanda, Planejamento de matérias, Planejamento de produção e Consultor de educação em SCM.

Nesta etapa da pesquisa visou-se à aplicação do AHP a partir da utilização do *Web-Based Software Comparion Suite* na versão 5.4 desenvolvido pela empresa *Expert Choice*. As comparações aos pares entre critérios *Plan*, *Source*, *Make* e *Deliver* foram obtidas por consenso com os executivos da empresa (Tabela 17).

Tabela 17 – Prioridades dos critérios

Critério	<i>Plan</i>	<i>Source</i>	<i>Make</i>	<i>Deliver</i>	Prioridade
<i>Plan</i>	1	1	1/3	2	21%
<i>Source</i>	1	1	1/2	1/2	16%
<i>Make</i>	3	2	1	3	45%
<i>Deliver</i>	1/2	2	1/3	1	18%

Verifica-se na Tabela 17 que a prioridade de *Make* é significativa com 45%, *Plan* com 21%, *Deliver* com 18%, e *Source* com 16%.

Com a utilização do *software Comparion Suite* também foi possível coletar os julgamentos para subcritérios, as prioridades globais foram calculadas com o uso do *software* pela multiplicação dos valores de prioridade de cada critério pelo peso subcritérios, por exemplo:

$$P1 = 0,21 \cdot 0,29 = 6\%, P2 = 0,21 \cdot 0,26 = 5\%, P3 = 0,21 \cdot 0,46 = 9\%.$$

O mesmo procedimento foi realizado para S1, S2, S3, M1, M2, M3, D1, D2 e D3. A Tabela 18 mostra as prioridades globais dos subcritérios.

Tabela 18 – Prioridade global dos critérios e subcritérios

Critério e subcritério	Prioridade local	Prioridade global
<i>Plan</i>	21%	21%
P1	29%	6%
P2	26%	5%
P3	46%	9%
<i>Source</i>	16%	16%
S1	32%	5%
S2	33%	5%
S3	36%	6%
<i>Make</i>	45%	45%
M1	44%	20%
M2	31%	14%
M3	25%	11%
<i>Deliver</i>	18%	18%
D1	32%	6%
D2	28%	5%
D3	40%	7%

As prioridades globais para os subcritérios M1, M2 e M3 (20%, 14% e 11%) associados ao critério *Make* (45%) indicam o alto nível de importância entre os mesmos. Uma interpretação destes resultados indica as características desejáveis na capacidade da produção para melhorar o desempenho da empresa. Observe-se que os subcritérios P1, P2, P3, S1, S2, S3, D1, D2 e D3 estão em um nível inferior, no entanto, não muito baixo (5% - 9%).

Na aplicação do AHP, foram utilizadas a medição absoluta e a síntese ideal (Tabela 11). Os subcritérios foram comparados e, como ilustrado no Quadro 18, os resultados nos benefícios para o indivíduo, indicam N2 para P1, N4 para P2, N1 para P3, N4 para S1, N2 para S2, N4

para S3, N2 para M1, N2 para M2, N3 para M3, N2 para D1, N2 para D2, N2 para D3. Para os benefícios organizacionais adotou-se o mesmo procedimento.

Quadro 18 – Avaliação qualitativa do programa de educação em SCM e SCOR

Benefícios/ subcritérios	P1	P2	P3	S1	S2	S3	M1	M2	M3	D1	D2	D3
Individuais	N2	N4	N1	N4	N2	N4	N2	N2	N3	N2	N2	N2
Organizacionais	N1	N3	N2	N2	N2	N2	N1	N1	N3	N3	N1	N1

Os resultados da avaliação quantitativa (Tabela 19) nos benefícios para o indivíduo, 0,83 para P1, 0,50 para P2, 1 para P3, 0,50 para S1, 0,83 para S2, 0,50 para S3, 0,83 para M1, 0,83 para M2, 0,67 para M3, 0,83 para D1, 0,83 para D2, 0,83 para D3 nos benefícios para o indivíduo. O mesmo procedimento foi realizado para os benefícios organizacionais.

Tabela 19 – Avaliação quantitativa do programa de educação em SCM e SCOR

Benefícios/ subcritérios	P1	P2	P3	S1	S2	S3	M1	M2	M3	D1	D2	D3	Prioridade
Individuais	0,83	0,50	1	0,50	0,83	0,50	0,83	0,83	0,67	0,83	0,83	0,83	0,77
Organizacionais	1	0,67	0,83	0,83	0,83	0,83	1	1	0,67	0,67	1	1	0,87

As prioridades para as alternativas (Tabela 19) foram calculadas considerando o desempenho quantitativo e a prioridade global (Tabela 18), resultando para os benefícios individuais:

$$0,83 \cdot 6\% + 0,50 \cdot 5\% + 1 \cdot 9\% + 0,50 \cdot 5\% + 0,83 \cdot 5\% + 0,50 \cdot 6\% + 0,83 \cdot 20\% + 0,83 \cdot 14\% + 0,67 \cdot 11\% + 0,83 \cdot 6\% + 0,83 \cdot 5\% + 0,83 \cdot 7\% = 77\%.$$

O mesmo procedimento foi realizado para os benefícios organizacionais que apresentou prioridade de 87% entregues pelo programa de educação nas categorias SCOR adaptadas ao GSCM.

O programa CPIM oferece a oportunidade de aprendizado no processo *Make*, isto é, a redução de refugos, a redução de emissões de gases e uso de água de reuso. Estes resultados foram apresentados aos gestores da empresa, as validações foram efetuadas por meio da técnica de validação face a face. Os gestores validaram como consistentes e viáveis.

4.5 MATURIDADE NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

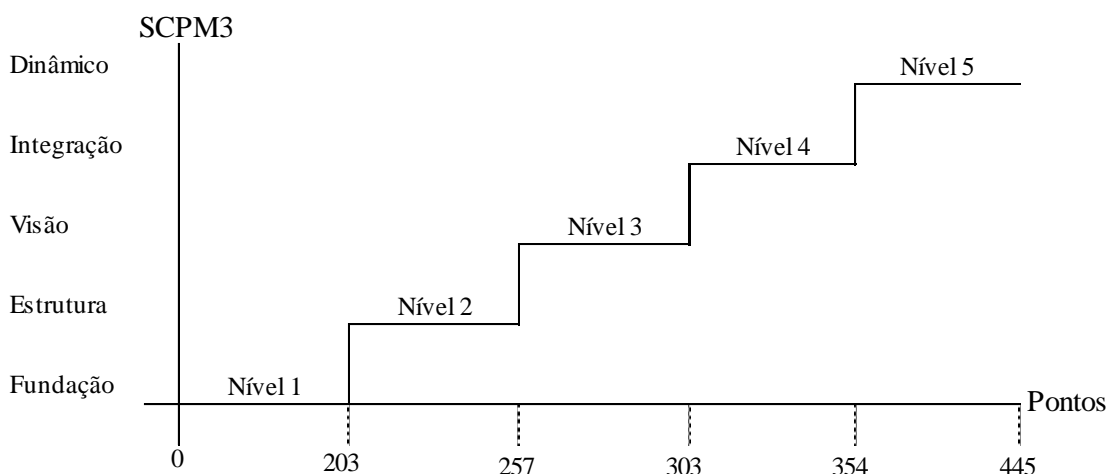
4.5.1 Avaliação multicritério da maturidade na Gestão da Cadeia de Suprimentos

Nesta etapa da pesquisa visou-se à avaliação da maturidade em SCM (Figura 19) em três unidades de negócios (**A**, **B** e **C**) da empresa estudada, atuam no setor químico para atender as necessidades atuais e futuras da sociedade e contribuem para a conservação recursos. As unidades de negócios são autônomas e operam a SCM independentemente.

A escolha do SCPM3 (OLIVEIRA; MCCORMACK; TRKMAN, 2012) justifica-se na relevância do modelo identificado na pesquisa bibliográfica apresentada no Capítulo 2. O SCPM3 investiga a necessidade de mudança do processamento de informação em diferentes níveis na SC em cinco categorias de decisão.

No SCPM3 os níveis de maturidade são estabelecidos com base na pontuação de 0–445 do questionário de avaliação (APÊNDICE B) de Oliveira, McCormack e Trkman (2012), como, por exemplo, se o resultado da avaliação da empresa atingir a faixa entre 0–203 a empresa está posicionada no Nível 1, mas se o resultado atingir a faixa 203–257 a empresa será posicionada no Nível 2. Se o resultado atingir a faixa entre 257–303 a empresa será posicionada no Nível 3, mas se o resultado atingir a faixa entre 303–354 a empresa será posicionada no Nível 4. Se o resultado atingir a faixa entre 354–445 a empresa será posicionada no Nível 5. A Figura 24 ilustra os níveis do SCPM3.

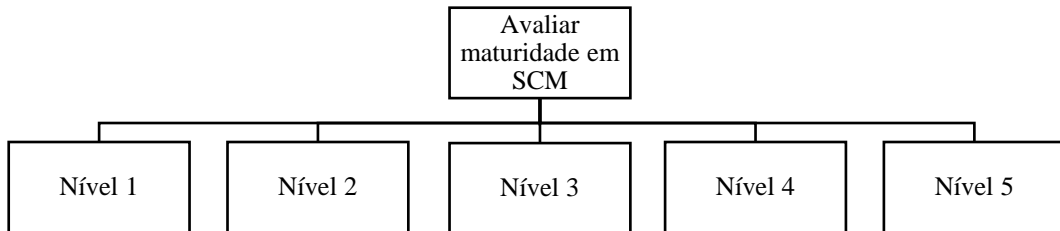
Figura 24 – Níveis de maturidade do SCPM3



Fonte: Adaptado de Oliveira, McCormack e Trkman (2012)

A primeira atividade desenvolvida na avaliação foi a criação da hierarquia macro, contendo o objetivo e os critérios. O objetivo do modelo é " Avaliar maturidade em SCM", a hierarquia (Figura 25) foi construída a partir do conjunto de critérios Nível 1, Nível 2, Nível 3, Nível 4 e Nível 5.

Figura 25 – Hierarquia para avaliação de maturidade em SCM



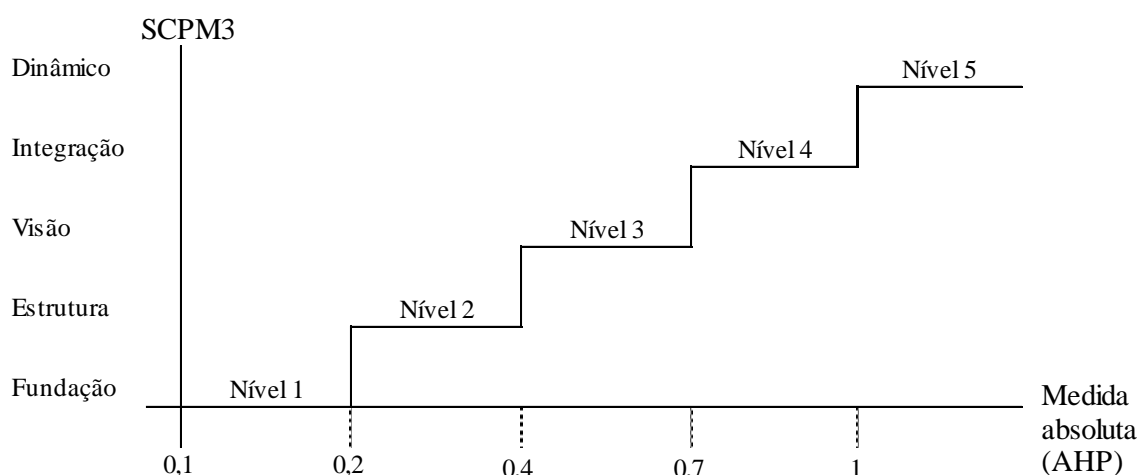
Na aplicação do AHP, as prioridades dos Níveis 1 a 5 foram obtidas com a idealização do autovetor direito da matriz de comparações (Tabela 20)

Tabela 20 – Medida absoluta no AHP

	Nível 5	Nível 4	Nível 3	Nível 2	Nível 1	Medida absoluta
Nível 5	1	2	3	5	7	1
Nível 4	1/2	1	3	3	7	0,7
Nível 3	1/3	1/3	1	2	5	0,4
Nível 2	1/5	1/3	1/2	1	5	0,2
Nível 1	1/7	1/7	1/5	1/5	1	0,1

Com base na prioridade, se o resultado da avaliação da empresa atingir a faixa entre 0,1–0,2 a empresa está posicionada no Nível 1, mas se o resultado atingir a faixa 0,2–0,4 a empresa será posicionada no Nível 2. Se o resultado atingir a faixa entre 0,4–0,7 a empresa será posicionada no Nível 3, mas se o resultado atingir a faixa entre 0,7–1 a empresa será posicionada no Nível 4. Se o resultado atingir 1 a empresa será posicionada no Nível 5. A Figura 26 ilustra os níveis de maturidade com base na medida absoluta no AHP.

Figura 26 – Níveis de maturidade e medida absoluta do AHP



A pesquisa do SCPM3, contendo 89 perguntas foi aplicada, os gerentes de SCM especificaram (1 a 5) o nível de concordância ou discordância para as três unidades de negócios. Efetuou-se a tabulação dos resultados para as unidades de negócio **A**, **B** e **C** de acordo com a pontuação dos níveis de maturidade (Figura 24). A unidade de negócio **A** resultou em 324 pontos, a unidade de negócio **B** resultou em 292 pontos e a unidade de negócio **C** em 275 pontos (Tabela 21).

Considerando as mesmas respostas da pesquisa efetuou-se uma nova tabulação dos resultados para as unidades de negócio **A**, **B** e **C** de acordo com a medida absoluta (Figura 26). A unidade de negócio **A** resultou em 0,72, a unidade de negócio **B** resultou em 0,65 e a unidade de negócio **C** em 0,62 (Tabela 21).

Os resultados da avaliação das unidades de negócio **A**, **B** e **C** não revelaram nenhuma diferença nos níveis de maturidade para pontuação SCPM3 e medida absoluta do AHP.

Tabela 21 – Avaliação da maturidade em SCM

Unidade de negócio	SCPM3 (Pontos)	SCPM3 (Nível de maturidade)	AHP (Medida absoluta)	AHP (Nível de maturidade)
A	324	4	0,72	4
B	292	3	0,65	3
C	275	3	0,62	3

Os níveis são determinados pelos requisitos completos do nível de maturidade e também do anterior. Porém, os resultados revelaram que há uma oportunidade para a melhoria da maturidade em SCM da unidade de negócios **A**, pois, a partir de Integração no Nível 4 para

atingir o Nível 5 a unidade começará a desenvolver e trabalhar com a demanda puxada, e as previsões poderão ser desenvolvidas para cada cliente, individualmente. Além disto, existirá a colaboração interna nos processos de planejamento e programação de produção, as alterações nos processos serão implementadas e documentadas, bem como serão criadas métricas para avaliar o desempenho do fornecedor.

Outra conclusão é que, para tornar o processo maduro, as unidades de negócios **B** e **C** devem cumprir todos os requisitos da Visão no Nível 3 passando por Integração no Nível 4 para Dinâmico no Nível 5. Assim, as unidades terão responsáveis (ou donos) no processo de gestão da ordem de cliente, para garantir que os compromissos com clientes serão cumpridos. Da mesma forma, existirão donos para os processos-chave de distribuição e para o planejamento da rede de SC; as unidades de negócios possuirão uma equipe e desenvolverão uma estratégia operacional, sendo que as funções de vendas, marketing, operações e logística estarão representadas nesta equipe.

O objetivo principal desta seção foi avaliar a maturidade em SCM conduzido em três unidades de negócios em uma companhia química, foi ilustrado como o SCPM3 e o AHP podem ser combinados. Os resultados foram apresentados aos gerentes de SCM das unidades de negócios que participaram do processo e comprovaram os níveis de maturidade.

4.5.2 Relação entre níveis de maturidade e componentes do Certificado de Gestão em Produção e Estoque

Aqui se apresenta uma pesquisa documental para evidenciar a relação entre níveis de maturidade e componentes do CPIM da APICS. O programa de educação CPIM é reconhecido internacionalmente e mais de 100.000 profissionais desde 1973 alcançaram a certificação CPIM.

Este programa fornece a capacidade de compreender e avaliar as atividades de produção e estoques dentro de companhias com operações globais e contribui no campo da terminologia, conceitos e estratégias relacionadas à gestão da demanda, compras, vendas e operações de planejamento, programação mestre, medidas de desempenho, relacionamento com fornecedores, controle de qualidade e melhoria contínua

A APICS é a principal associação profissional em SCM e gestão de operações e a principal fornecedora de educação e programas certificação que elevam a excelência SCM e inovação (LUMMUS, 2007). A missão da APICS é construir e validar o conhecimento de SCM

e gestão de operações, oferecendo à comunidade, aos membros associados e clientes, programas de certificação.

O programa de educação profissional CPIM que foi avaliado na seção 4.2, é organizado em cinco componentes (LUMMUS, 2007):

— *Basics of Supply Chain Management* (BSCM) - aborda os conceitos básicos na gestão do fluxo completo de materiais em SCM, dos fornecedores aos clientes. Este componente abrange a fabricação, a distribuição e serviços. Isso inclui as relações fundamentais no desenho, planejamento, execução, monitoramento e controle.

— *Master Planning of Resources* (MPR) - explora os princípios de gestão de demanda, planejamento de vendas e operações, programação mestre e planejamento de distribuição.

— *Detailed Scheduling and Planning* (DSP) - aborda o conhecimento prático das ferramentas e técnicas para o planejamento de estoques, incluindo técnicas de planejamento, tais como *Materials Requirements Planning* (MRP), *Capacity Requirements Planning* (CRP), *Lean*, *Theory of Constraints* (TOC), e projetos. Além de entender o efeito do uso de cada técnica; as medidas padrão para estoques, capacidade e desempenho do fornecedor.

— *Execution and Control of Operations* (ECO) - mostra como transformar planos em atividades operacionais e como definir e aplicar as técnicas em operações. Os tópicos incluem comparar o plano com a saída real, comunicação e instrução de tarefas, soluções operacionais em face de recursos concorrentes.

— *Strategic Management of Resources* (SMR) - inclui o planejamento estratégico e execução das operações, uma compreensão de como as exigências do mercado podem conduzir os recursos e processos de uma organização.

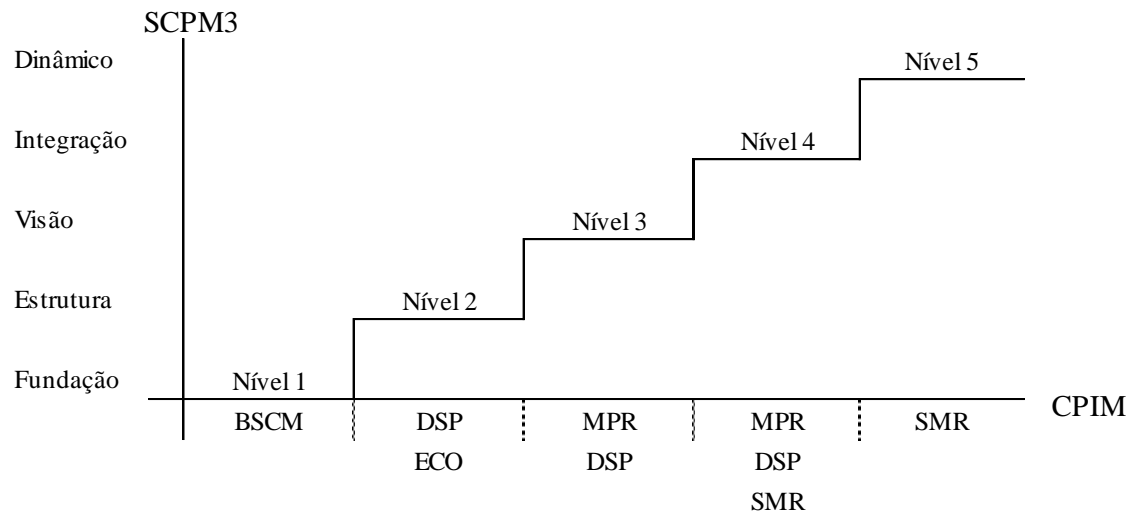
Considerou-se o SCPM3 na avaliação da relação entre os níveis de maturidade e componentes do programa de educação CPIM e efetuou-se uma avaliação comparativa dos níveis do SCPM3 e componentes CPIM.

Na Figura 27 pode-se observar a relação do componente BSCM com o Nível 1 – Fundação e caracteriza-se pela construção da base estrutural de todo o processo a ser implementado.

O componente DSP relaciona-se com o Nível 2 – Integração no qual os controles são implementados em processos de gestão de demanda, planejamento e programação da produção, e para a gestão da rede de distribuição. O DSP relaciona-se com o Nível 3 – Visão que agrega valor a partir da melhoria da gestão de relacionamento com o cliente. O DSP relaciona-se

também com o Nível 4 – Integração com previsões mais detalhadas, considerando as demandas de cada cliente individualmente e a gestão da SC. A Figura 27 ilustra estes relacionamentos.

Figura 27 – Relação entre SCPM3 e componentes CPIM



O componente ECO também se relaciona com o Nível 2 – Estrutura onde os processos começam a ser organizados de forma mais integrada e as previsões também são realizadas.

O componente MPR relaciona-se com o Nível 3 – Visão e envolve os processos-chave de distribuição, o planejamento da rede de SC, planejamento de demanda, compras e as operações. O MPR relaciona-se também com o Nível 4 – Integração onde as empresas buscam construir uma colaboração de seus parceiros com relação ao meio ambiente por meio da partilha de riscos e recompensas e longo prazo e compartilhamento de metas.

O componente SMR relaciona-se com o Nível 4 – Integração onde as empresas buscam construir uma colaboração de seus parceiros com relação ao meio ambiente assim explora a relação de processos e tecnologias para a estratégia de manufaturas existentes e emergentes. O SMR relaciona-se com o Nível 5 – Dinâmica no alinhamento de recursos com o plano estratégico, configuração e integração dos processos operacionais para apoiar o plano estratégico e implementação de mudanças.

Observou-se que a relação entre os níveis de maturidade SCPM3 e os componentes CPIM são favoráveis, e, assim cada um dos componentes do programa de educação em SCM pode contribuir com os níveis do SCPM3 orientado para as necessidades da organização.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES DA PESQUISA

Ao invés de uma avaliação multicritério exclusiva, sob o ponto de vista acadêmico e prático a pesquisa contribuiu com a proposta de um modelo para a avaliação da educação em SCM, e conclui-se que:

- Relacionando a proposta de um modelo para avaliação da educação em SCM e os resultados obtidos, observou-se que é possível avaliar programas de educação em SCM.
- Observou-se que o programa de educação em SCM foi avaliado de uma maneira positiva.
- O programa de educação em SCM explicita os benefícios que devem ser entregues aos indivíduos e a organização.
- O programa de educação em SCM explicita os benefícios que devem ser entregues para a GSCM e para maturidade.

Em face dessas conclusões o objetivo geral da pesquisa foi atingido na verificação das justificativas para a adoção de programas de educação em SCM. Para isso foi utilizada a abordagem de pesquisa combinada, qualitativa e quantitativa.

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica, sobre SCM e modelos de maturidade. Foram obtidas duas redes de citação com as principais publicações. Verificou-se a importância dos estudos sobre SCM relacionados com MCDM. Verificou-se também que o assunto modelo de maturidade em SCM é emergente. Portanto os estudos destes temas SCM, maturidade e MCDM possuem ampla oportunidade de pesquisa. Na pesquisa bibliográfica, contemplou-se os métodos de tomada de decisão multicritério identificando o AHP como o método com maior número de publicações.

No referencial teórico apresentou-se a generalidades da SCM, a fundamentação do modelo SCOR, GSCM, a educação na SCM, as instituições de SCM, a gestão do conhecimento e a gestão por competências. Por meio dessa fundamentação desenvolveu-se o modelo de avaliação de educação em SCM proposto nessa tese.

O primeiro objetivo específico proposto, avaliar os principais programas de educação em SCM, foi atingido com a avaliação dos programas de educação profissional mantidos pelas principais instituições de SCM. Esse objetivo também responde à questão de pesquisa: Como avaliar os principais programas de educação em SCM?

Os resultados de avaliação multicritério indicaram que o CPIM tem a melhor posição no *ranking* dos programas de educação em SCM. Sobre esta análise, não será possível estender as

conclusões obtidas nesse estudo a outras organizações. Conclui-se que o CPIM contribui para com os benefícios individuais e organizacionais, ou seja, o programa de educação CPIM contribui em quais conhecimentos realmente vale a pena ser desenvolvido pela empresa.

O segundo objetivo específico da pesquisa, analisar a contribuição de um programa de educação em SCM nas competências essenciais, também foi atingido com análise multicritério. Esse objetivo também responde à questão de pesquisa: Quais as contribuições de um programa de educação em SCM nas competências essenciais? O entendimento é que o programa de educação em SCM foi associado às cinco competências essenciais da empresa, quais sejam: inovação, colaboração, sustentabilidade, empreendimento e foco no cliente. A avaliação permitiu verificar que as competências essenciais sejam aperfeiçoadas. Concluiu-se, também, que o programa de educação em SCM é benéfico e favorece o desenvolvimento das competências essenciais da empresa.

O terceiro objetivo específico da pesquisa, avaliar, baseando em um modelo de referência os benefícios de um programa de educação em SCM, também responde à questão de pesquisa: Quais os benefícios de um programa de educação em SCM baseado em um modelo de referência? Esse objetivo também foi atingido com análise multicritério e o modelo adotado foi o modelo SCOR. A avaliação resultou em 77% para os benefícios individuais e 87% para os benefícios organizacionais entregues pelo programa de educação nas categorias SCOR adaptadas ao GSCM.

O quarto objetivo específico da pesquisa, avaliar o nível de maturidade da SCM, também responde à questão de pesquisa: Qual o nível de maturidade e a relação com um programa de educação em SCM? Identificou-se a relação com um programa de educação em SCM com a maturidade da SCM da empresa. Esse objetivo também foi atingido com análise multicritério incluindo o SCPM3. Os resultados da avaliação das unidades de negócio **A**, **B** e **C** não revelaram nenhuma diferença nos níveis de maturidade para pontuação SCPM3 e medida absoluta do AHP.

5.2 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

A seguir são apresentadas algumas sugestões de trabalhos futuros:

Aplicar o mesmo modelo de avaliação de programa de educação em SCM em outras organizações que possuam perfil similar, a fim de comparar e analisar as semelhanças e diferenças.

Incluir uma nova abordagem considerando, além dos benefícios individuais e organizacionais, as oportunidades, os custos e os riscos (BOCR) envolvidos em tarefas e objetivos do programa de educação em SCM.

Considerar a existência de dependência e inter-relações entre alternativas e aplicar o método ANP (SAATY; OZDEMIR, 2005). Em comparação com o AHP, o método ANP torna possível considerar todos os tipos de dependência e *feedback* no problema de decisão.

Realizar uma avaliação do programa de educação em SCM no longo prazo, com base na formação de aspectos tangíveis de eficácia e eficiência por meio de Análise Envoltória de Dados (DEA). Uma das formas propostas para atingir o resultado pretendido é a avaliação da eficácia comparativa das atividades. Ou seja, a análise detalhada do potencial de entrada, saída e variáveis que descrevem o modelo de eficiência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGARWAL, A.; SHANKAR, R.; TIWARI, M. K. Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. **European Journal of Operational Research**, v. 173, n. 1, p. 211–225, 2006.
- AHI, P.; SEARCY, C. An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 360–377, 2015.
- AKYUZ, A. G.; ERKAN, T. E. Supply chain performance measurement: a literature review. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 17, p. 5137–5155, 2010.
- AMID, A.; GHODSYPOUR, S. H.; O'BRIEN, C. A weighted max–min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 139–145, 2011.
- ARNOLD, J. R. T; CHAPMAN, S. N.; CLIVE, L. M. **Introduction to materials management**. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 515 p.
- ARYEE, G.; NAIM, M. M.; LALWANI, C. Supply chain integration using a maturity scale. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 5, p. 559–575, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, ABIQUIM. A indústria química, 2016. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br>>. Acesso em: 21 mar. 2016.
- AZZONE, G.; NOCI, G. Identifying effective PMSs for the deployment of green manufacturing strategies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 4, p. 308–335, 1998.
- BEAMON, B. M. Designing the green supply chain. **Logistic Information Management**, v. 12, n. 4, p. 332–342, 1999.
- BERTRAND, J.W.M.; FRANSOO, J.C. Modeling and simulation: operations management research methodology using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241–264, 2002.
- BLACKSTONE, J. J. H. editor. **APICS Dictionary**. 14th ed. Chicago, APICS. 2013. 192 p.
- BUKOWITZ, W. R.; WILLIAMS, R. L.; MACTAS, E. S. Human capital measurement. **Research Technology Management**, v. 47, n. 3, p. 43, 2004.
- BULKELEY, H. Urban sustainability: learning from best practice? **Environment and planning A**, v. 38, n. 6, p. 1029–1044, 2006.
- CAI, J.; LIU, X.; XIO, Z.; LIU, J. Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. **Decision Support Systems**, v. 46, n. 2, p. 512–521, 2009.

CAMPBELL, A.; GOENTZEL, J.; SAVELSBERGH, M. Experiences with the use of supply chain management software in education. **Production and Operations Management**, v. 9, n. 1, p. 66–80, 2000.

CHAN, F.T.S. Interactive selection model for supplier selection process: an analytical hierarchy process approach. **International Journal of Production Research**, v. 4, n. 15, p. 3549–3579, 2003a.

CHAN, F. T. S. Performance measurement in a supply chain. The international journal of advanced manufacturing technology, v. 21, n. 7, p. 534–548, 2003b.

CHAN, F. T. S.; CHUNG, S. H. Multi-criteria genetic optimization for distribution network problems. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 24, n. 7, p. 517–532, 2004.

CHAN, F. T. S.; CHUNG, S. H.; WADHWA, S. A hybrid genetic algorithm for production and distribution. **Omega-International Journal of Management Science**, v. 33, n. 4, p. 345–355, 2005.

CHAN, F. T. S.; KUMAR, N. Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. **Omega**, v. 35, n.4, p. 417–431, 2007.

CHAN, F.T.; KUMAR, N.; TIWARI, M. K.; LAU, H. C. W.; CHOY, K. L. Global supplier selection: a fuzzy-AHP approach. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 14, p. 3825–3857, 2008.

CHAN, F. T S.; QI, H. J. An innovative performance measurement method for supply chain management. *Supply chain management: An international Journal*, v. 8, n. 3, p. 209-223, 2003.

CHEUNG, M.; MYERS, M. B.; MENTZER, J. T. Does relationship learning lead to relationship value? A cross-national supply chain investigation. **Journal of operations management**, v. 28, n. 6, p. 472–487, 2010.

CHOU, S. Y.; CHANG, Y. H. A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach. **Expert systems with applications**, v. 34, n. 4, p. 2241–2253, 2008.

CENTRE FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY STUDIES, CWTS. **CitNetExplorer Analyzing citation patterns in scientific literature**. Version: 1.0, Leiden, SH, 2016.

CORIAT, B.; DOSI, G. The nature and accumulation of organizational competences capabilities. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 1, n. 2, p. 275–326, 2009.

COTTRILL, K. Are you prepared for the supply chain talent crisis? **MIT Center for Transportation and Logistics White Paper**, p. 1–11, 2010.

DALKIR, K. **Knowledge management in theory and practice**. Massachusetts: Elsevier Butterworth–Heinemann, 2005. 356 p.

- DAVENPORT, T.H. The Coming Commoditization of Processes. **Harvard Business Review**, v. 6, p. 2–9, 2005.
- DE FELICE F. F.; PETRILLO, A. Absolute measurement with analytic hierarchy process: a case study for Italian racecourse. **International Journal of Applied Decision Sciences**, v. 6, n. 3, p. 209–227, 2013.
- DENG, X.; HU, Y.; DENG, Y.; MAHADEVAN, S.; Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 1, p. 156–167, 2014.
- DIABAT, A.; GOVINDAN, K. An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 6, p. 659–667, 2011.
- DING, H.; BENYOUCEF, L.; XIE, X. A simulation optimization methodology for supplier selection problem. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 18, n. 2-3, p. 210–224, 2005.
- DIGALWAR, K. A.; TAGALPALLEWAR, R. A.; K. SUNNAPWAR, K. V. Green manufacturing performance measures: an empirical investigation from Indian manufacturing industries. **Measuring Business Excellence**, v. 17, n. 4, p. 59–75, 2013.
- DRAGANIDIS, F.; MENTZAS, G. Competency based management: a review of systems and approaches. **Information Management & Computer Security**, v. 14, n. 1, p. 51–64, 2006.
- DRAKE, P. R.; LEE, D. M. Component prioritisation for strategic purchasing and the case study of a South Korean elevator manufacturer. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 43, n. 9-10, p. 883–895, 2009.
- ECK, N. J. V.; WALTMAN, L. CitNetExplorer: A new software tool for analysing and visualizing citation networks. **Journal of Informetrics**, v.8, p.802–823, 2014.
- ERTAY, T.; KAHVECI, A.; TABANLI, R. M. An integrated multi-criteria group decision-making approach to efficient supplier selection and clustering using fuzzy preference relations. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 24, n. 12, p. 1152–1167, 2011.
- ESTAMPE, D.; LAMOURE, S.; PARIS, J.; BRAHIM-DJELLOUL, S. A framework for analyzing supply chain performance evaluation models. **International Journal Production Economics**, v.142, n. 2, p. 247–258, 2013.
- EXPERT CHOICE, INC. **Web-Based Software Comparison Suite**. Version: 5.4, Arlington VA, 2015.
- FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. C. C. Alinhando estratégia e competências. **Revista de Administração de Empresas**, v. 44, n. 1, p. 44–57, 2004.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias Empresariais E Formação de Competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira**. 3 ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2011. 155 p.

FLYNNA, 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.

GAMMELGAARD, B.; LARSON L, P. D. Logistics skills and competencies for supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 27–50, 2001.

GIBSON, T.; KERR, D.; FISHER, R. Accelerating Supply Chain Management learning: identifying enablers from a university-industry collaboration. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 21, n. 4, p. 470 – 484, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010, 200 p.

GILBERT, L. Social justice and the " Green " city urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 6, n. 2, p. 158–169, 2014.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 4. ed. S. Paulo: Atlas, 2012. 289 p.

GOVINDAN, K.; KALIYAN, M.; KANNAN, D.; HAQ, A. N. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. **International Journal of Production Economics**, v. 147, p. 555–568, 2014.

GRIMM, C. KNEMEYER, M; POLYVIOU, M.; REN, X. Supply chain management research in management journals: A review of recent literature (2004-2013). **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 45, n. 5, p. 404–458, 2015.

HA, S.; KRISHNAN, R. A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. **Expert Systems with Applications**, v. 34, n. 2, p. 1303–1311, 2008.

HAANAES, K.; Sustainability nears a tipping point. **MIT Sloan Management Review**, v. 52, n. 2, p. 69–74, 2012.

HANSEN, F.; SMITH, M.; HANSEN, R. B. Rewards and recognition in employee motivation. **Compensation & Benefits Review**, v. 34, n. 5, p. 64–72, 2002.

HELFAT, C. E.; PETERAF, M. A. The dynamic resource-based view: capability lifecycles. **Strategic Management Journal**, v. 24, n. 10, p. 997–1010, 2003.

HERVANI, A.; HELMS, M.; SARKIS, J. Performance measurement for green supply chain management. **Benchmarking: An International Journal**, v. 12, n. 4, p. 330–353, 2005.

HIRSCH, J. E. **An index to quantify an individual's scientific research output**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.102, n. 46, p. 16569–16572 November 15th 2005.

- HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review. **European Journal of operational research**, v. 186, n. 1, p. 211–228, 2008.
- HO, W.; EMROUZNEJAD, A. Multi-criteria logistics distribution network design using SAS/OR. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 3, p. 7288–17298, 2009.
- HOHENSTEIN, N. O.; FEISEL, E.; HARTMANN, E. Human resource management issues in supply chain management research: A systematic literature review from 1998 to 2014. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 44, n. 6, p. 434–463, 2014.
- HSU, C. W.; HU, A. H. Green supply chain management in the electronic industry. **International Journal of Environmental Science & Technology**, v. 5, n. 2, p. 205–216, 2008.
- HSU, C. W.; HU, A. H. Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 2, p. 255–264, 2009.
- HSU, C. W.; KUO, T. C.; CHEN, S. H.; HU, A. H.. Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 56, p. 164–172, 2013.
- HUAN, S. H.; SHEORAN, S. K.; WANG, G. A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 9, n. 1, p. 23–29, 2004.
- HUANG, S. H.; KESKAR, H. Comprehensive and configurable metrics for supplier selection. **International journal of production economics**, v. 105, n. 2, p. 510–523, 2007.
- HULT, G. T. M.; KETCHEN, D. J. K.; ARRFELT, M. Strategic supply chain management: improving performance through a culture of competitiveness and knowledge development. **Strategic Management Journal**, v. 28, n. 10, p. 1035–1052, 2007.
- HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? **Regional studies**, v. 36, n. 9, p. 1017–1027, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Banco de dados agregados, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 13 fev. 2016.
- INTERNATIONAL SOCIETY ON MCDM, Mission of the society, 2016. Disponível em: <<http://www.mcdmsociety.org/content/mission-society>>. Acesso em: 02 fev. 2016.
- ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-criteria decision analysis**. Chichester: Wiley, 2013. 296 p.
- JABBOUR, C. J. C. In the eye of the storm: exploring the introduction of environmental issues in the production function in Brazilian companies. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 21, p. 6315–6339, 2010.
- JACKSON, S. E.; SCHULER, R. S. **Managing human resources through strategic partnerships**. 8th ed. Mason, OH: South-Western Pub. 2003.

JAKLIC, J.; GROZNIK, A.; HUBER, T.; SYETINA, M.; TrKMAN, P.; STEMBERGER, M. I. A link-up between business process orientation and efficiency improvements in a supply chain: the case study from the wholesale business. **Transformation in Business & Economics**, v. 11, n. 2, p. 117–133, 2012.

KANNAN, D.; KHODAVERDI, R.; OLFAT, L.; JAFARIAN, A.; DIABAT, A. Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 355–367, 2013.

KHADIVAR, A.; ZADEH, A. R.; KHANI, M.; JALALI, S. M. J. A conceptual model for knowledge flow in supply chain. In: **Industrial Engineering and Engineering Management**, v. 1, p. 352–356, 2007.

KORPELA, J.; LEHMUSVAARA, A. A customer oriented approach to warehouse network evaluation and design. **International Journal of Production Economics**, v. 59, n. 1, p. 135–146, 1999.

KORPELA, J.; LEHMUSVAARA, A.; TUOMINEN, M. An analytic approach to production capacity allocation and supply chain design. **International Journal of Production Economics**, v. 78, n. 2, p. 187–195, 2002.

KULL, T. J.; TALLURI, S. A supply risk reduction model using integrated multicriteria decision making. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 55, n. 3, p. 409–419, 2008.

KUMAR, S.; TEICHMAN, S.; TIMPERNAGEL, T. A green supply chain is a requirement for profitability. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 5, p. 1278–1296, 2012.

LE BOTERF, G. Evaluer les compétences. Quels jugements? Quels critères? Quelles instances? **La Compétence au Travail**, v. 135, n. 2, p. 143–152, 1998.

LEE, E. K.; HA S.; KIM, S. K. Supplier selection and management system considering relationships in supply chain management. **IEEE Transactions Engineering Management**, v. 48, n. 3, p. 307–318, 2001.

LEVARY, R. R. Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks. **Computers & Industrial Engineering**, v. 55, n. 2, p. 535–542, 2008.

LI, S.; RAGU-NATHAN, B.; RAGU-NATHAN, T. S.; RAO, S. S. The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. **Omega**, v. 34, n. 2, p. 107–124, 2006.

LIU, F. H. F.; HAI, H. L. The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. **International Journal of Production Economics**, v. 97, n. 3, p. 308–317, 2005.

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

- LOOY, A. V.; BACKER, M. De; POELS, G. A conceptual framework and classification of capability areas for business process maturity. **Enterprise Information Systems**, v. 8, n. 2, p. 188–224, 2014.
- LU, L. Y. Y; WU, C. H.; KUO, T. C. Environmental principles applicable to green supplier evaluation by using multi-objective decision analysis. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18–19, p. 4317–4331, 2007.
- LUMMUS, R. R. The role of APICS in professionalizing operations management. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 336–345, 2007.
- LUTZ, H.; BIROU, L. Logistics education: a look at the current state of the art and science. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 4, p. 455–467, 2013.
- MANYATHI, S.; NIYIMBANIRA, F. A theoretical evaluation of the role of training for supply chain management employees of the Department of Provincial Treasury. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, v. 5, n. 7, p. 231, 2014.
- MASELLA, C.; RANGONE, A. A contingent approach to the design of vendor selection systems for different types of co-operative customer/supplier relationships. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 1, p. 70–84, 2000.
- MATHIYAZHAGAN, K.; GOVINDAN, K.; NOORUL H. A. Pressure analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 1, p. 188–202, 2014.
- MCCORMACK, K.; LADEIRA, M. B.; OLIVEIRA, M. P. V. de. Supply chain maturity and performance in Brazil. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.13, n.4, p. 272–282, 2008.
- MEDINI, K.; BOUREY, J. P. SCOR-based enterprise architecture methodology. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 25, n. 7, p. 594–607, 2012.
- MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. R. Janeiro: Elsevier, 2012.
- MILLS, J.; PLATTS, K.; BOURNE, M.; RICHARDS, H. **Strategy and performance: competing though competences**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002.
- MILLET, I.; SAATY, T. L. On the relativity of relative measures—accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP. **European Journal of Operational Research**, v. 121, n. 1, p. 205–212, 2000.
- MONTIBELLER, G. F. In: ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-Criteria Decision Analysis: methods and software**. Chichester, UK: Wiley, 2013. 296 p.
- NAESENS, K.; GELDERS, L.; PINTELON, L. A swift response framework for measuring the strategic fit for a horizontal collaborative initiative. **International Journal of Production Economics**, v. 121, n. 2, p. 550–561, 2009.

NGAI, E. W. T.; CHAU, D. C. K.; POON, J. K. L.; TO, C. K. M. Energy and utility management maturity model for sustainable manufacturing process. **International Journal of Production Economics**, v. 146, n. 2, p. 453–464, 2013.

NTABE, E. N.; LEBEL, L., MUNSON, A. D.; SANTA-EULALIA, L. A. A systematic literature review of the supply chain operations reference (SCOR) model application with special attention to environmental issues. **International Journal of Production Economics**, v. 169, p. 310–332, 2015.

NETLAND, T. H.; ALFINES, E. Proposing a quick best practice maturity test for supply chain operations. **Measuring Business Excellence**, v. 15, n. 1, p. 66–76, 2011.

NONAKA, I. A dynamic theory of organizational knowledge creation. **Organization science**, v. 5, n. 1, p. 14–37, 1994.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation**. New York: Oxford university press, 1995. 304 p.

OLIVEIRA, M. P. V.; MCCORMACK, K.; TRKMAN, P. Business analytics in supply chains: the contingent effect of business process maturity. **Expert Systems with Applications**, v. 39, p. 5488–5498, 2012.

OZMENT, J.; KELLER, S. B. The future of logistics education. **Transportation Journal**, v. 50, n. 1, p. 65–83, 2011.

PALMA-MENDOZA, J. A. Analytical hierarchy process and SCOR model to support supply chain re-design. **International Journal of Information Management**, v. 34, n. 5, p. 634–5638, 2014.

PAULK, M. C.; WEBER, C. V.; GARCIA, S. M., CHRISSIS, M. B. C.; BUSH, M. Key Practices of the Capability Maturity Model Version 1.1 (1993). Software Engineering Institute. Paper 171. Disponível em <http://repository.cmu.edu/sei/171>. Acesso em: 02 fev. 2015.

PRAHALAD, C.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, v. 68, p. 79–91, 1990.

PRAJOGO, D.; OLHAGER, J. Supply chain integration and performance: the effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 1, p. 514–522, 2012.

PRESLEY, A.; MEADE, L.; SARKIS, J., 2007. A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: a reverse logistics illustration. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18–19, p. 4595–4620. 2007.

RABELO, L.; ESKANDARI, H.; SHAALAN, T.; HELAL, M. Value chain analysis using hybrid simulation and AHP. **International Journal of Production Economics**, v. 105, n. 2, p. 536–547, 2007.

RÖDER, A.; TIBKEN, B. A methodology for modeling inter-company supply chains and for evaluating a method of integrated product and process documentation. **European Journal of Operational Research**, v. 169, n. 3, p. 1010–1029, 2006.

ROSS, D. F. **Distribution planning and control**. 3rd ed. N. York: Springer, 2015. 887 p.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234–281, 1977.

SAATY T. L. **The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L., 2006. Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network processes. **European Journal of Operational Research**, v.168, n. 2, 557–570, 2006.

SAATY, T. L. **Principia Mathematica Decernendi: mathematical principles of decision-making**. Pittsburgh: RWS, 2010.

SAATY, T. L.; OZDEMIR, M.S. **The encyclicon: A dictionary of decisions with dependence and feedback based on the analytic networking process**. Pittsburg: RWS publications, 2005. 226p.

SAEN, R. F. A new mathematical approach for supplier's selection: Accounting for non-homogeneity is important. **Applied Mathematics and Computation**, v. 185, n. 1, p. 84–95, 2007.

SALOMON, V. A. P.; MARINS, F.; DUDUCH, M. Tomada de decisões múltipla aplicada à seleção de fornecedores de equipamentos de uma linha de montagem em uma fábrica de autopeças. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, v. 1, n. 3, p. 208–217, 2009.

SALOMON, V. A. P. In: MARINS, F. A. S.; PEREIRA, M. S.; BELDERRAIN, M. C. N.; URBINA, L. M. S. **Métodos de tomada de decisão com múltiplos critérios**: aplicações na indústria aeroespacial. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2010. 248 p.

SANAYEI, A.; MOUSAVI, S. F.; YAZDANKHAH, A. Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 1, p. 24–30, 2010.

SARGENT, R. G. **Verification and validation of simulation models**. In: Proceedings of the Winter Simulation Conference, Austin, TX, USA, 2009.

SARKIS, J. A strategic decision framework for green supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 11, n. 4, p. 397–409, 2003.

SARRICO, C. S.; ROSA, M. J. Supply chain quality management in education. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 33, n. 4, p. 499–517, 2016.

SATIMAN, L. H.; ABU MANSOR, N. N.; ZULKIFLI, N. Return on investment (ROI) training evaluation in Malaysian SMEs: factors influencing the adoption process. **Development and Learning in Organizations**, v. 29, n. 2, p. 18–21, 2015.

SCHOENHERR, T.; GRIFFITH, D. A.; CHANDRA, A. Knowledge management in supply chains: the role of explicit and tacit knowledge. **Journal of Business Logistics**, v. 35, n. 2, p. 121–135, 2014.

SELLITTO, M. A.; PEREIRA, G. M.; BORCHARDT, M.; SILVA, R. I.; VIEGAS, C. V. A SCOR-based model for supply chain performance measurement: application in the footwear industry. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 16, p. 4917–4926, 2015.

SEVKLI, M.; LENNY, K. S. C.; ZAIM, S.; DEMIRBAG, M.; TATOGLU, E. An application of data envelopment Analytic Hierarchy Process for supplier selection: a case study of BEKO in Turkey. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 9, p. 1973–2003, 2007.

SHA, D. Y.; CHE, Z. H. Supply chain network design: partner selection and production/distribution planning using a systematic model. **Journal of the operational research society**, v. 57, n. 1, p. 52–62, 2006.

SHARMA, M. J.; MOON, I.; BAE, H. Analytic hierarchy process to assess and optimize distribution network. **Applied Mathematics and Computation**, v. 202, n. 1, p. 256–265, 2008.

SHIH, S. C.; HSU, S. H.; ZHU, Z.; BALASUBRAMANIAN, S. K. Knowledge sharing: a key role in the downstream supply chain. **Information & Management**, v. 49, n. 2, p. 70–80, 2012.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos: projetos e gestão**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SIPAHI, S. T. M. The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications. **Management Decision**, v. 48, p. 775–808, 2010.

SÖDERBERG, L.; BENGTSSON, L. Supply chain management maturity and performance in SMEs. **Operations Management Research**, v. 3, n. 1–2, p. 90–97, 2010.

SOHAL, A. S. Developing competencies of supply chain professionals in Australia: collaboration between businesses, universities and industry associations. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 4, p. 429–439, 2013.

SOUZA, H. J. C.; SALOMON, V. A. P.; SILVA, C. E. S.; AGUIAR, D. C. Project Management Maturity: an analysis with fuzzy expert systems. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 9, n. 1, p. 29–41, 2012.

TANG, J.; PEE, L. G.; IIJIMA, J. Investigating the effects of business process orientation on organizational innovation performance. **Information & Management**, v. 50, n. 8, p. 650–660, 2013.

TESTA, F.; IRALDO, F. Shadows and lights of GSCM (green supply chain management): determinants and effects of these practices based on a multi-national study. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 10–11, p. 953–962, 2010.

THUN, J. H. Angles of integration: an empirical analysis of the alignment of internet-based information technology and global supply chain integration. **Journal of Supply Chain Management**, v. 46, n. 2, p. 30–44, 2010.

TRACEY, M.; SMITH-DOERFLEIN, K. A. Supply chain management: what training professionals need to know. **Industrial and Commercial Training**, v. 33, n. 3, p. 99–104, 2001.

TRAMARICO, C. L.; MARINS, F. A. S.; URBINA, L. M. S.; SALOMON, V. A. P. Benefits assessment of training on supply chain management. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 7, n. 2, p. 240–255, 2015a.

TRAMARICO, C. L.; MIZUNO, D.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Analytic hierarchy process and supply chain management: a bibliometric study. **Procedia Computer Science**, v. 55, p. 44–450, 2015b.

TREEM, J. W. Technology use as a status cue: the influences of mundane and novel technologies on knowledge assessments in organizations. **Journal of Communication**, v. 63, n. 6, p. 1032–1053, 2013.

TRKMAN, P.; BUDLER, M.; GROZNIK, A. A business model approach to supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 20, n. 6, p. 587–602, 2015.

TRIANAPHYLLOU, E. **Multi-criteria Decision Making Methods: a comparative Study**. amazon.com. ed. Dordrecht, HOL: Kluwer, 2010.

TSAI, W. H.; HUNG, S. J. A fuzzy goal programming approach for green supply chain optimisation under activity-based costing and performance evaluation with a value-chain structure. **International Journal of Production Research**, v. 47, n. 18, p. 4991–5017, 2009.

VAN ZYL, C. Supply chain knowledge management adoption increases overall efficiency and competitiveness. **South Africa Journal of Information Management**, v. 5, n. 4, p. 1–15, 2003.

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

VINCKE, P. **Multi-criteria Decision-aid**. New York: Wiley, 1992.

WALLENIS, J.; DYER, J. S.; FISHBURN, P. C.; STEUER, R. E.; ZIONTS, S.; DEB, K. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: recent accomplishments and what lies ahead. **Management Science**, v. 54, n. 7, p. 1336–1349, 2008.

WALLER, M. A.; FAWCETT, S. E. Executive Education is an Implementation of Supply Chain Management in Collegiate Schools of Business. **Journal of Business Logistics**, v. 36, n. 2, p. 135–138, 2015.

WANG, G.; HUANG, S. H.; DISMUKES, J. P. Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology. **International of Production Economics**, v. 91, n. 1, p. 1–15, 2004.

WANG, G.; HUANG, S. H.; DISMUKES, J. P. Manufacturing supply chain design and evaluation. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 25, n. 1–2, p. 93–100, 2005.

WANG, X.; CHAN, H. K.; YEE, R. W.; DIAZ-RAINEY, I. A two-stage fuzzy-AHP model for risk assessment of implementing green initiatives in the fashion supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 2, p. 595–606, 2012.

WEB OF SCIENCE, Analytic hierarchy process and supply chain management, maturity model, 2016. Disponível em:
<http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=2C1YzEZ4s4kwvfn3Zp2&preferencesSaved=>. Acesso em: 10 jul. 2016.

WENDLER, R. The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. **Information and software technology**, v. 54, n. 12, p. 1317–1339, 2012.

ZHU, Q.; SARKIS, J. Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 3, p. 265–289, 2004.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. Examining the effects of green supply chain management practices and their mediations on performance improvements. **International journal of Production Research**, v. 50, n. 5, p. 1377–1394, 2012.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE PESQUISA PÓS-TREINAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE PROGRAMA DE EDUCAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NAS COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS

Dados pessoais e profissionais:

1. Nome: _____
2. Nome da empresa onde trabalha: _____
3. Cargo: _____
4. Setor: _____
5. Há quanto tempo trabalha na empresa? _____ anos _____ meses

Avaliação de programa de educação na Gestão da Cadeia de Suprimentos e nas competências essenciais

Baseado no conhecimento dos processos Gestão da Cadeia de Suprimentos adquiridos no programa de educação - CPIM e sua aplicabilidade, responda de acordo com a escala:

- (1) excelente, (2) muito bom, (3) entre bom e muito bom, (4) bom, (5) entre fraco e bom, (6) fraco.

Promover a inovação - Contribuir com soluções criativas e alimentar o espírito de inovação.

1. Você adota diferentes perspectivas, é curioso e aberto a novas ideias?
2. Você gera novas ideias e agrega valor as soluções em SCM?
3. Você aprende com os sucessos, bem como falhas e adota as melhores práticas?

Colaborar para a realização - Procurar agir de acordo com oportunidades que acrescentem valor dentro e entre unidades.

4. Você contribui tecnicamente para o trabalho de equipe para alcançar metas?
5. A partir do conhecimento adquirido no curso você se sente preparado em apoiar ideias dos membros da equipe?
6. Você consegue identificar a sua contribuição do ponto de vista técnico em SCM nos resultados?

Promover soluções sustentáveis - Demonstra decisão e persistência para alcançar benefícios econômicos, ambientais e sociais em longo prazo.

7. Você adota qualidade e evita retrabalho e desperdício?
8. Você pensa à frente e planeja com uma perspectiva de longo prazo?
9. Você aplica o conhecimento especializado e experiências em SCM para conduzir melhorias econômicas, sociais e ecológicas?

Atuar com visão empreendedora - Assumir a responsabilidade dos resultados, ultrapassar obstáculos e promover mudanças.

10. Você toma como seu e mostra persistência para obter resultados?
11. Você considera os riscos, custos e benefícios do seu próprio trabalho?
12. Você toma as decisões necessárias, mesmo quando as informações não estão totalmente disponíveis?

Demonstrar foco no cliente - Atuar no sentido de oferecer valor ao cliente, ao mesmo tempo em que obtém resultados lucrativos para o negócio.

13. Você incorpora feedback e as lições aprendidas a partir de interações com os clientes (internos e externos) na tomada de decisões?
14. Você demonstra compreensão, utilizando a linguagem adequada do cliente?
15. Você contribui para atender às necessidades dos clientes (internos e externos)?

APÊNDICE B – ROTEIRO DE PESQUISA MATURIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Dados pessoais e profissionais:

1. Nome: _____
2. Nome da empresa onde trabalha: _____
3. Cargo: _____
4. Setor: _____
5. Há quanto tempo trabalha na empresa? _____ anos _____ meses

Maturidade na Gestão da Cadeia de Suprimentos

Fonte: Adaptado de (OLIVEIRA; MCCORMACK; TRKMAN, 2012)

Baseado no conhecimento dos processos Gestão da Cadeia de Suprimentos da sua área, responda de acordo com a escala: (1) discordo totalmente, (2) discordo, (3) neutro, (4) concordo, (5) concordo totalmente.

1. As mudanças na demanda são feitas de acordo com as regras de prioridade?
2. O apressamento das entregas é usual?
3. As ordens não são prometidas para além do que pode ser satisfeita por níveis de estoque atuais?
4. O processo de gerenciamento de ordem é documentado (descrição escrita, fluxogramas)?
5. O processo de gerenciamento de distribuição é documentado (descrição escrita, fluxogramas)?
6. O processo de compras é documentado (descrição escrita, fluxogramas)?
7. O processo de compras conta com o apoio de um sistema de informação?
8. As inter-relações com o fornecedor (variabilidade, métricas) são compreendidas e documentadas?
9. Se mantém uma capacidade para responder as ordens não planejadas que chegam?
10. O sistema de informação apoia o processo de gerenciamento de ordem?
11. As situações de falta de estoque são medidas?
12. Um replanejamento rápido pode ser feito para responder às mudanças de demanda?
13. Os clientes estão satisfeitos com o desempenho atual das entregas?
14. Mede-se os requerimentos dos clientes versus entrega real?

15. Dada uma ordem potencial do cliente, pode-se comprometer-se com a uma quantidade e data de entrega firme (com base em condições atuais), da solicitação?
16. Os compromissos de entrega projetadas dado aos clientes são confiáveis (do ponto de vista do cliente)?
17. O sistema de informação apoia o processo de gerenciamento de distribuição?
18. As inter-relações na rede de distribuição (variabilidade, métricas) são compreendidas e documentadas?
19. Os impactos das mudanças no gerenciamento da rede de distribuição são examinados antes que as alterações são feitas?
20. Utiliza-se uma "ferramenta" matemática para auxiliar no planejamento de distribuição?
21. O processo de gestão de distribuição é integrado com os outros processos de decisão da cadeia de suprimentos (planejamento e programação da produção, demanda, etc.)?
22. Cada nó na rede de distribuição tem controle de estoques?
23. É utilizada uma reposição automática na rede de distribuição?
24. Existem indicadores de performance (KPI) implementados no processo de gerenciamento da distribuição?
25. Os KPI são usados para reconhecer e premiar os participantes do processo de gerenciamento de distribuição?
26. O sistema de informação apoia o processo de gestão de demanda?
27. A variabilidade da demanda por produtos é analisada?
28. O processo de previsão de vendas é documentado?
29. O processo de gestão da demanda usa dados históricos no desenvolvimento da previsão de vendas?
30. Utiliza-se métodos matemáticos (Estatística) para previsão de vendas?
31. O processo de previsão de vendas ocorre em uma base regular?
32. A previsão de vendas é desenvolvida para cada produto?
33. O processo de previsão de vendas utiliza as informações dos clientes?
34. A previsão de vendas é atualizada semanalmente?
35. A previsão de vendas é confiável?
36. A previsão de vendas é utilizada para desenvolver planos?
37. A acurácia da previsão de vendas é medida?

38. O planejamento e programação da produção é documentado (descrição escrita, fluxogramas, etc.)?
39. A aderência do plano de produção é medida?
40. Os processos de planejamento e programação atuais abordam adequadamente as necessidades do negócio?
41. Os planos são desenvolvidos no nível "item" em detalhe?
42. Os processos de planejamento são integrados e coordenados entre as divisões?
43. O planejamento é realizado em ciclos semanais?
44. As metodologias de planejamento baseada em restrições são utilizadas?
45. A programação de chão de fábrica está integrada com o processo geral de programação?
46. O sistema de informação apoia o processo de planejamento?
47. Existe uma equipe designada para o processo de compras?
48. A equipe de compras se reúne regularmente?
49. As outras funções (produção, vendas, etc.) trabalham em conjunto com a equipe de compras?
50. Existe um dono para o processo de gerenciamento das ordens?
51. Existe um dono para o processo gerenciamento da distribuição?
52. Existe um dono identificado processo gerenciamento da distribuição?
53. Existe um dono para o processo de planejamento da SCM?
54. Existe um dono para gerenciamento da demanda?
55. Existe um dono para governança do processo?
56. Existe uma equipe de planejamento de estratégia de operações designado?
57. A equipe de planejamento estratégico utiliza ferramentas de análise adequadas para examinar o impacto antes de ser tomada uma decisão?
58. A equipe de planejamento estratégico tem reuniões formais?
59. As principais funções da cadeia de suprimentos (Vendas, Marketing, Manufatura, Logística, etc.) é representada nesta equipe de planejamento estratégico?
60. O processo de planejamento estratégico é documentado (descrição escrita, fluxogramas, tec.)?
61. Quando a equipe se reúne, efetua ajustes na estratégia e documenta?
62. A ordem do cliente é criada na empresa?
63. As áreas de vendas, produção e distribuição colaboraram no processo de planejamento e programação?

64. As informações de planejamento e programação do cliente incluído no seu processo?
65. As alterações são aprovadas e documentadas por meio de um processo formal de integração com cliente?
66. A previsão de vendas é desenvolvida para cada cliente?
67. Existe colaboração com fornecedores para desenvolvimento de um plano?
68. O desempenho do fornecedor é medido?
69. Fornecedores gerenciam o estoque de materiais?
70. Existe a capacidade de gerar pedidos eletrônicos com seus fornecedores?
71. As informações de planejamento e programação são compartilhadas com os fornecedores?
72. Os principais fornecedores têm funcionários em seu site (s)?
73. A equipe de *supply chain* olham para o impacto de suas estratégias sobre as medidas de desempenho da SCM?
74. A equipe de *supply chain* têm medidas de desempenho estabelecida para a SCM?
75. A equipe de *supply chain* é envolvida na seleção dos membros da equipe SCM?
76. A equipe de *supply chain* olha para a rentabilidade do cliente?
77. A equipe de *supply chain* olha para a rentabilidade do produto?
78. A equipe de *supply chain* participa no relacionamento de cliente e fornecedores?
79. Existe regras de negócios definida para prioridade de clientes?
80. Existe regras de negócios definida para prioridade de produto?
81. As áreas de vendas, produção, distribuição e planejamento colaboraram no processo gerenciamento da ordem?
82. O processo de planejamento do gerenciamento da demanda e produção são integrados?
83. As áreas de vendas, produção, distribuição e planejamento colaboraram no processo de previsão de vendas?
84. O processo de gerenciamento de ordem é integrado com o processo de decisão do *supply chain*?
85. A reposição do estoque do cliente é feita automaticamente?
86. Existe acordo para as demandas de clientes a curto prazo para estoque de produto acabado?
87. O lead time do fornecedor é a maior consideração no processo de planejamento?
88. O lead times dos fornecedores são atualizados mensalmente?

89. O acompanhamento da percentagem de pedidos de clientes concluídos e entregues no prazo é feito?

APÊNDICE C – DEMAIS TRABALHOS CIENTÍFICOS RESULTANTES DA PESQUISA DE DOUTORADO

TRAMARICO, C. L.; MIZUNO, D.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Analytic hierarchy process and supply chain management: a bibliometric study. **Procedia Computer Science**, v. 55, p. 44–450, 2015.

SALOMON, V. A. P.; TRAMARICO, C. L.; MARINS, F. A. S. **Analytic hierarchy process applied to supply chain management**. In: De Felice, F. et al. Theory and applications of the analytic hierarchy process. Hijeka, CRO: Intech, 2016.

TRAMARICO, C. L.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Assessment of supply chain management maturity. In: **International Symposium of Analytic Hierarchy Process**, 2016, London. Program schedule & abstracts. Pittsburgh: Creative Decision Foundation, 2016. p. 131–132.

TRAMARICO, C. L.; URBINA, L. M. S.; SALOMON, V. A. P.; CASTILHO JR., N. C.; DEMENIS, M. A. P. Avaliação multicritério de treinamento em supply chain management. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2013, Salvador. Anais. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2013. p. 1–13.

TRAMARICO, C. L.; MARINS, F. A. S.; URBINA, L. M. S.; SALOMON, V. A. P. Benefits assessment of training on supply chain management: the case of a global chemical corporation. In: **International Symposium of Analytic Hierarchy Process**, 2014, Washington. Program schedule & abstracts. Pittsburgh: Creative Decision Foundation, 2014. p. 245–245.

TRAMARICO, C. L.; MARINS, F. A. S.; URBINA, L. M. S.; SALOMON, V. A. P. Benefits assessment of training on supply chain management. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 7, n. 2, p. 240–255, 2015.

TRAMARICO, C. L.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Green issues in the supply chain management. In: **Advances in Cleaner Production**, 2015, S. Paulo. Proceedings of 5th International Workshop. S. Paulo: UNIP, 2015. p. 138–138.

TRAMARICO, C. L.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Multi-criteria assessment of the benefits of a supply chain management training considering green issues. **Journal of Cleaner Production**, 2016. doi:10.1016/j.jclepro.2016.05.112. In Print.

TRAMARICO, C.L.; GUSHIKEN, P.S.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Supply chain management: relação entre níveis de maturidade e componentes de um programa de certificação profissional. In: **Encontro nacional de engenharia de produção**, 2015, Fortaleza. Anais. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2015. p. 1–14.