

Paula Santos Ceryno

**An Empirical Analysis of
Flexibility and Risk from a
Supply Chain Perspective**

TESE DE DOUTORADO

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
INDUSTRIAL**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia
de Produção**

Rio de Janeiro
June 2014



Paula Santos Ceryno

**An Empirical Analysis of Flexibility and Risk
from a Supply Chain Perspective**

Tese de Doutorado

Thesis presented to the Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção of the Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio as partial fulfillment of the requirements for the degree of Doutor em Engenharia de Produção.

Advisor: Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo
Co- Advisor: Katja Klingebiel

Rio de Janeiro
June 2014



Paula Santos Ceryno

**An Empirical Analysis of Flexibility and Risk
from a Supply Chain Perspective**

Thesis presented to the Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção of the Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio as partial fulfillment of the requirements for the degree of Doutor em Engenharia de Produção.

Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Advisor

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Katja Klingebiel

Co-Advisor

Dortmund University of Applied Sciences and Arts

Prof. Antônio G. Novaes

Departamento de Engenharia de Produção - UFSC

Prof. Silvio Pires

Departamento de Engenharia de Produção –UNIMEP

Prof. Annibal R. R. Scavarda do Carmo

Departamento de Engenharia de Produção –UNIRIO

Prof. Adriana Leiras

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Departamento de Engenharia Industrial – PUC/Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro
Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, June 11th, 2014.

All rights reserved

Paula Santos Ceryno

The Author earned her Graduate and Master degrees in Industrial Engineering at Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Currently she works as professor at Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

Bibliographic data

Ceryno, Paula Santos

An empirical analysis of flexibility and risk from a supply chain perspective / Paula Santos Ceryno ; Advisor: Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo ; Co-Advisor: Katja Klingebiel. – 2014.

97 f. : il. (color.) ; 30 cm

Tese (doutorado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2014.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Gestão de risco da cadeia de suprimentos. 3. Flexibilidade na cadeia de suprimentos. 4. Estudos empíricos. 5. Estudo multicamadas. I. Carmo, Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do. II. Klingebiel, Katja. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

Acknowledgments

To Professor and advisor Luiz Felipe Scavarda, for the guidance, support and the academic directions. To Professor and co-advisor Katja Klingebiel for having received me and guided over the period that I was in Germany.

To my husband Krishnan Bridges, by the support, partnership and love.

To CNPq, CAPES, DFG (BRAGECRIM Project) and PUC-Rio, by the financial support given and by the great study environment.

Abstract

Ceryno, Paula Santos; Scavarda, Luis Felipe (Advisor). **An Empirical Analysis of Flexibility and Risk from a Supply Chain Perspective**. Rio de Janeiro, 2014. 97 p. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Supply Chain Flexibility (SCF) and Supply Chain Risk Management (SCRM) have received considerable attention by academics and practitioners becoming important fields of the Supply Chain Management (SCM) literature. One major limitation of the studies regarding SCF and SCRM is the fact that they have been conducted within the confines of a single firm, thereby neglecting other important aspects of a supply chain- SC (Moon et al., 2012; Hachicha & Elmsalmi, 2013). There is a lack of empirical multi-tier studies capable of investigating the inter-organizational components of SCF and SCRM (Stevenson & Spring, 2007; Chandra & Grabis, 2009; Fatemi, 2010; Hachicha & Elmsalmi, 2013). The need for multi-tier studies involving the analysis of not only the first-tier SC members (customers or suppliers) of the focal firm but also second-tier members (e.g., the suppliers' suppliers) is highlighted in the literature (Trkman & McCormack, 2009). Within this context, this thesis develops a multi-tier study in three SCs of the Brazilian automotive industry in order to respond to the following question: "Which are the main factors of flexibility and risk that affect the SC ability to deliver product to the end-customer? To answer to this research question, this thesis has the twofold goals: (i) to exam the main restrictions at various tiers that limit the SCs' abilities to provide flexibility to the end-customers, offering an overview of existing flexibilities restrictions and (ii) to identify the main risks by investigating their manifestation in these SCs offering an initial risk profile for the Brazilian automotive industry. The research was conducted through a multi-tier case study approach. Data were gathered utilizing interviews and in loco visits for direct observation in different members of three supply chains, from car-dealers to second tier suppliers. The results on SCF reinforce the interdependence of the supply chain members highlighting the need

to match / align customer flexibility to supplier flexibility. Furthermore, the results highlight the importance of SCF to increase the SC's ability to change its overall production volume or its product mix. Although all analyzed companies have recognized the importance of SCRM, the findings underline the lack of preparedness regarding SCRM. This thesis offers a cross case analysis about flexibility aspects found in the three supply chains studied and risk profile for the Brazilian automotive industry.

Keywords

Supply Chain Risk Management; Supply Chain Flexibility; Empirical Study; Multi-tier study.

Resumo

Ceryno, Paula Santos; Scavarda, Luis Felipe (Orientador). **Uma análise empírica de Flexibilidade e Risco sob a perspectiva da Cadeia de Suprimentos**. Rio de Janeiro, 2014. 97p. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A Flexibilidade em Cadeia de Suprimentos (SCF) e a Gestão de Risco em Cadeia de Suprimentos (SCRM) têm recebido destaque na literatura acadêmica e no setor industrial, tornando-se um campo importante para o estudo em gestão de cadeias de suprimentos (SCM). Uma das maiores limitações dos estudos existentes na literatura a respeito de SCF e SCRM é o fato que eles foram conduzidos confinados a visão de uma única empresa, negligenciando importantes aspectos da cadeia de suprimentos. (Moon et al., 2012; Hachicha & Elmsalmi, 2013). Existe uma lacuna na literatura acadêmica de estudos multicamadas, capazes de investigar componentes interorganizacionais do SCF e SCRM (Stevenson & Spring, 2007; Chandra & Grabis, 2009; Fatemi, 2010; Hachicha & Elmsalmi, 2013). A literatura salienta a necessidade por estudos multicamadas envolvendo não somente a análise dos membros de primeiro nível (fornecedores e clientes) em relação à empresa focal, mas também a inclusão de membros de segundo nível, como fornecedor dos fornecedores (Trkman & McCormack, 2009). Neste contexto, esta tese desenvolve um estudo multicamadas em três cadeias de suprimentos da indústria automotiva brasileira, com o objetivo de responder a seguinte pergunta de pesquisa: “Quais são os principais fatores de flexibilidade e risco que afetam a habilidade das cadeias de suprimentos em fornecer produtos aos clientes finais?” Com o propósito de responder esta pergunta de pesquisa, os seguintes objetivos foram elaborados: (i) examinar as principais restrições dentre os vários membros da cadeia que limitam a habilidade das cadeias de suprimentos em prover flexibilidade para os clientes finais, oferecendo uma visão geral das restrições de flexibilidade existentes, e (ii) identificar os principais riscos manifestados nestas cadeias oferecendo um perfil de risco inicial para a indústria automotiva brasileira. Esta pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem

multicamadas. Dados primários foram coletados por meio de entrevistas e observações diretas *in loco* em diferentes membros das cadeias estudadas (de concessionárias a fornecedores de segunda camada). Os resultados encontrados referentes à SCF reforçam a interdependência entre os membros da cadeia, salientando a necessidade de alinhamento entre flexibilidade do cliente e flexibilidade dos fornecedores. Os resultados também ressaltam a importância do SCF em promover a habilidade das cadeias de suprimentos em alterar seu volume e *mix*, conforme a necessidade do mercado. Como forma de explorar melhor a flexibilidade nas cadeias estudadas, esta tese oferece um cruzamento das análises de flexibilidade referente aos casos apresentados. Com relação ao SCRM, os resultados apontam que embora todas as empresas analisadas reconheçam a importância do SCRM, existe ainda uma falta de preparo dessas empresas em implementar o SCRM. Dessa forma, esta tese oferece um perfil inicial de risco para a indústria automotiva brasileira, visando contribuir com início do processo de implementação do SCRM, visto que a identificação dos riscos é um passo crítico para este processo.

Palavras-chave

Gestão de Risco em Cadeia de Suprimento; Flexibilidade na Cadeia de Suprimentos; Estudos Empíricos; Estudos Multicamadas.

Summary

1 Introduction	13
2 Supply Chain Flexibility (SCF)	16
2.1. Introduction to the Flexibility Concept	16
2.2. Supply Chain Flexibility Concept	18
2.2.1. Synthesis for the definition	21
2.3. Advances on Supply Chain Flexibility	21
2.4. Empirical Studies on Supply Chain Flexibility	24
3 Supply Chain Risk Management (SCRM)	26
3.1. Supply Chain Risk Management Concept	26
3.1.1. Synthesis for the definition	29
3.2. Supply Chain Risk Management Main Constructs	30
3.2.1. Supply Chain Risk Drivers	31
3.2.2. Supply Chain Risk Sources	32
3.2.3. Risk Consequences	35
3.2.4. Risk Mitigation Strategies	36
3.3. Advances on Supply Chain Risk Management	39
3.3.1. Context Analysis	41
3.3.2. Risk Identification	41
3.3.3. Risk Assessment	43
3.3.4. Selection and implementation of Risk Treatment strategy	46
3.3.5. Risk Control	47
3.3.6. Risk Monitoring	48
3.4. Empirical Studies on SCRM	48
4 Research Method	51

5 Empirical Study on SCF	55
5.1. Supply Chain A	55
5.2. Supply Chain B	58
5.3. Supply Chain C	60
5.4. Additional findings	62
6 Empirical Study on SCRM	64
6.1. Volume mismatch between end customers' demand and dealers' supply	64
6.2. Mix mismatch between end customers' demand and dealers' supply	66
7 Discussions	70
7.1. Discussions on Supply Chain Flexibility	70
7.2. Discussions on Supply Chain Risk Management	74
8 Conclusion	77
9 References	82

List of Figures

Figure 1- Research Framework	52
Figure 2- Flexibility Restriction in Supply Chain A due to an unexpected increase in demand.	57
Figure 3- Flexibility restriction in Supply Chain A due to a supplying process breakdown	58
Figure 4- Flexibility restrictions in Supply Chain B due to an unexpected increase in demand focusing on significant auto parts	60
Figure 5- Flexibility restriction in Supply Chain C due to an unexpected decrease in demand	62
Figure 6- Flexibility restrictions in Supply Chains A and B due to long order lead-time	63

List of Tables

Table 1- Main SCF Definitions	20
Table 2- Seven key aspects of flexibility	23
Table 3- Main SCRM definitions	29
Table 4- Risk Drivers	32
Table 5- Organizational Risk Sources	33
Table 6- Network Related Risk Sources	33
Table 7- Industry Risk Sources	34
Table 8- Environmental Risk Sources	35
Table 9- Risk Consequences	36
Table 10- Risk Mitigation Strategies	38
Table 11- SCRM phases and applied industry	40
Table 12- Interview Protocol	53
Table 13- Interviews and position of interviewee in the studied companies	54
Table 14- Volume mismatch: main risk constructs	66
Table 15- Mix mismatch: main risk constructs	69
Table 16- Cross case comparisons	73
Table 17- Risk Profile	76