

Artículo No. 01: Osorio, J. y Manotas, D. (2015). Evaluación de riesgos en la cadena de suministro: principales técnicas. *Semilleros*, 2 (4), 5-14.

Evaluación de riesgos en la cadena de suministro: principales técnicas

Risk assessment in the supply chain: main techniques

Osorio Gómez Juan Carlos¹, Manotas Duque Diego Fernando²

Resumen. La gestión del riesgo en las cadenas de suministro es uno de los temas que más fuerza está cobrando en la actualidad, tanto desde la perspectiva académica como desde el punto de vista práctico. El primer paso y por tanto fundamental para una adecuada gestión del riesgo lo constituye la identificación de los mismos. Este artículo presenta una revisión y clasificación de las principales técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los riesgos en los trabajos más recientes sobre gestión de riesgo en cadenas de suministro. Para este trabajo, se han revisado los artículos académicos más destacados en las bases de datos y las memorias de los principales congresos en la temática. Finalmente se realiza una discusión sobre la importancia de la gestión del riesgo, la utilidad de las herramientas y algunos direccionamientos para la investigación en este tema, especialmente para los países emergentes.

Palabras clave: *gestión del riesgo en cadenas de suministro, identificación de riesgos, evaluación de riesgos, técnicas de identificación y evaluación.*

Abstract. Today, Supply Chain Risk Management (SCRM) is one of the most important issues in the field of supply chain design. The first step in supply chain risk process is to identify the main risk factors. This paper presents taxonomy of the main techniques used to identify and assess the main risk factors in supply chains. For this paper we have reviewed the highlights in databases and reports of major conferences on the subject scholarly articles. Finally we present a discussion of the importance of risk management, the usefulness of the tools and some addresses for research in this area, especially for emerging countries.

Key Words: *risk management in supply chains , hazard identification , risk assessment , identification and evaluation techniques.*

¹Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Colombia. juan.osorio@correounivalle.edu.co

²Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Colombia. diego.manotas@correounivalle.edu.co

INTRODUCCIÓN

La gestión de los riesgos en la cadena de suministro (SCRM) ha emergido como un área importante de investigación en el campo de la gestión de cadenas de suministro (Aqlan, Lam, & Lam, 2014). Adicionalmente, es un tema que revierte mucho interés para los encargados de la gestión de las cadenas de suministro, presentándose de esta manera como una temática importante no sólo desde la perspectiva académica sino también desde la práctica empresarial. De hecho, hablar de riesgos sin involucrar a las compañías, puede ser poco efectivo a la hora de considerar la contribución de estos trabajos en el desarrollo económico de las regiones, más si se habla de países emergentes, donde los riesgos están latentes, y los esfuerzos por ser competitivos y rentables caracterizan las principales prioridades de la gerencia.

Según (Aqlan et al., 2014) desde la perspectiva académica, la gestión de los riesgos en las cadenas de suministro (SCRM – por sus siglas en inglés) es un tema importante que necesita más investigación.

Considerando estos dos elementos; la importancia práctica del tema y la necesidad de ampliar la investigación desde la academia, se ha preparado este artículo buscando mostrar las principales técnicas utilizadas para las dos primeras y más importantes fases de dicha gestión: la identificación de los riesgos y la evaluación de los mismos. Finalmente se realiza una discusión sobre las oportunidades futuras para avanzar en el estado del arte y contribuir significativamente en esta área tan importante para las organizaciones y para la academia.

La Gestión de Riesgos en la Cadena de Suministro – SCRM

Según (Tapiero y Kogan, 2007) la gestión de riesgos en la cadena de suministro consiste en el uso de la distribución, control y prevención de riesgos e instrumentos financieros para anular los efectos de los riesgos de la cadena de suministro y sus consecuencias monetarias. Por su parte (Waters, 2007) la define como el proceso sistemático de identificar, analizar y tratar con los riesgos en la cadena de suministro. “SCRM es responsable por todos los aspectos de riesgo en la cadena de suministro”. Y además plantea que el propósito principal es asegurar que la cadena de suministro continúa trabajando de acuerdo con lo planeado, sin interrupciones en el flujo de materiales desde los proveedores hasta los consumidores finales. Y concluye que el

propósito final de la SCRM es garantizar la continuidad de la cadena asegurando el servicio al cliente y manteniendo la posición en el mercado. Por su parte (Tang, 2006) la define como la gestión de los riesgos a través de coordinación y colaboración a lo largo de la cadena de suministro con los socios de la cadena para asegurar la rentabilidad y la continuidad de la misma.

Queda entonces claro en estas definiciones, que gestionar los riesgos presentes en la cadena de suministro es una actividad que debe ocupar los intereses y esfuerzos de las organizaciones en busca de mantener su posición en el mercado y garantizar el éxito de sus operaciones comerciales.

Según el (Narasimhan & Talluri, 2009) hay cuatro aspectos a considerar con respecto a la SCRM:

- Administrar estos riesgos requiere comprender el medio ambiente de las organizaciones así como el ambiente global en el que opera la cadena completa
- SCRM puede afectar el desempeño operacional, de mercado y financiero en las compañías.
- La importancia de las metodologías para identificación del riesgo ha sido ampliamente reconocida en la literatura.
- Otro aspecto de SCRM es que los riesgos están asociados a interrupciones de los flujos en la cadena de suministro. Estos pueden ser de materiales, información, conocimiento y de coordinación y control.

Aunque los cuatro son aspectos muy importantes, en este artículo se

considerará con mayor detenimiento lo relacionado con las metodologías que se vienen aplicando tanto para la identificación como para la evaluación y priorización de estos riesgos.

Según (Elmsalmi & Hachicha, 2013) en general la SCRM consiste en cuatro componentes: Identificación de los riesgos, Valoración de los riesgos, gestión de los riesgos y monitoreo. Y continúa diciendo que es claro que el éxito de la metodología está basada principalmente en los dos primeros pasos. En este sentido, es importante definir para este artículo las fases que contendrá el sistema de gestión de riesgos en la cadena de suministros. Si bien, dependiendo de los autores, se habla de fases tales como la identificación, evaluación, priorización, modelamiento, mitigación y monitoreo entre otros se presenta en la figura 1 una propuesta que recoge los elementos más importantes de acuerdo con la revisión de la literatura.

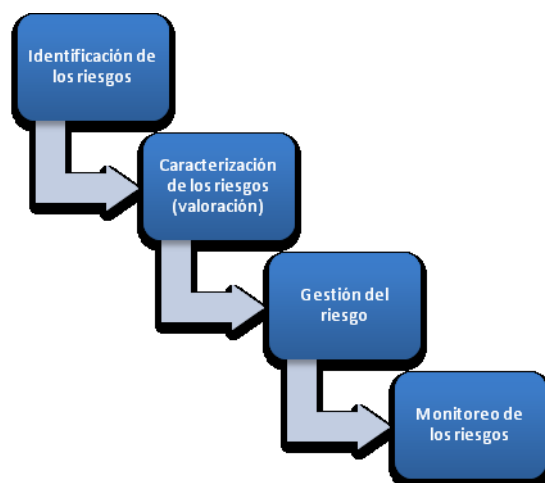


Figura 1. Fases en un sistema de gestión de riesgos para la cadena de suministro

De acuerdo con esta propuesta, se pasa a detallar las dos primeras fases, es decir la identificación y la evaluación de los riesgos. Posteriormente se realizará una

discusión sobre las técnicas más utilizadas de acuerdo con la literatura relevante de los últimos diez años.

Identificación de los riesgos

Hay muchas formas para identificar y categorizar los riesgos, cada organización tiene su propia forma de desarrollar su registro de riesgos: una lista con los riesgos y su importancia. Pero ¿para qué categorizar los riesgos? Algunas razones pueden ser ayudar a comprenderlos y priorizar las inversiones para mitigarlos. (Sodhi & Tang, 2012)

Identificar los riesgos requiere determinar todos los factores y el impacto de los mismos. (Aqlan et al., 2014)

Es una fase fundamental en la práctica de la gestión del riesgo (Giannakis & Louis, 2011). Para identificar los riesgos el tomador de decisiones o el grupo encargado de tomar las decisiones deben ser concisos con respecto a los eventos o fenómenos que causan incertidumbre. El foco más importante en la identificación de los riesgos es reconocer incertidumbres futuras que permitan administrar los escenarios de manera proactiva (Hallikas, Karvonen, Pulkkinen, Virolainen, & Tuominen, 2004).

La identificación de los riesgos de la cadena de suministro es el paso fundamental en la gestión del riesgo. Este paso analiza y reconoce las clases de riesgos potenciales. Es la parte más importante y difícil, dado que las demás actividades estarán asociadas a esta identificación. (Huo, 2011)

Identificar los riesgos incluye la determinación estructurada y comprensiva de los riesgos potenciales asociados con la cadena de suministro. (Tummala & Schoenherr, 2011)

Entre las técnicas que ayudan a identificar los riesgos se cuentan: mapeo de la cadena de suministro, listas de chequeo, análisis de árboles de eventos, análisis de árboles de falla, análisis de fallas y modo de defectos (FMEA) y el diagrama causa efecto de Ishikawa. (Tummala & Schoenherr, 2011). Sin embargo, en la tabla 1 se presentarán las herramientas utilizadas de acuerdo con la revisión de la literatura realizada.

Evaluación y priorización de los riesgos

Esta actividad está relacionada con la determinación de la probabilidad de cada factor de riesgo. Estas probabilidades pueden calcularse con información objetiva o si esta información no está disponible, recurrir a información subjetiva, sustentada en los conocimientos, creencias y juicios de los involucrados. Técnicas como el método Delphi o paneles de expertos pueden derivar en probabilidades. También pueden emplearse enfoques como la

simulación Montecarlo (Tummala & Schoenherr, 2011).

La evaluación de los riesgos se realiza para definir las acciones a realizar de acuerdo con los resultados esperados de la aparición de dichos riesgos, saber en cuales se concentran los esfuerzos y cuales se ignoran. Según (Nan, Huo, & Liu, 2009) la cuantificación de los riesgos en todas las investigaciones pueden ser clasificadas en dos categorías: basadas en la probabilidad y estadística y basadas en los conocimientos de los expertos.

Análisis y Discusión

Frente a las herramientas utilizadas, se presenta en la tabla 1 los resultados de la revisión bibliográfica de los principales

trabajos asociados a la gestión de riesgos en cadenas de suministro publicados o presentados entre el 2004 y el 2014.

Tabla 1. Revisión de Técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los riesgos en la cadena de suministro

Técnica - Autores	Identificación	Evaluación
	<i>Listas de chequeo</i>	<i>CVar y Var</i>
	(Hallikas, Karvonen, Pulkkinen, Virolainen, & Tuominen, 2004)	(Soleimani & Govindan, 2014) (a. N. Zhang, Goh, Terhorst, Lee, & Pham, 2013) (Goh & Meng, n2007)
	<i>Entrevista semiestructuradas</i> (Oke & Gopalakrishnan, 2009) (Vilko & Hallikas, 2012)(Schmitt & Singh, 2012) (Sofyalioğlu & Kartal, 2012) (Berenji, Anantharaman, & Karegar, 2011) (Elmsalmi & Hachicha, 2013) (Berenji & Anantharaman, 2011) (Liu, Peideliugmailcom, & Wang, 2008)(Gaudenzi & Borghesi, 2006) (Ritchie & Brindley, 2007) (Zhang y Zhu, 2006) (Wen & Xi, 2007) (Kull & Talluri, 2008) (Guan, Dong, & Li, 2011) (Aggarwarl & Sharma, 2013) (T. Wu, Blackhurst, & Chidambaram, 2006) (Tuncel & Alpan, 2010)	<i>AHP, ANP, Fuzzy AHP, Fuzzy ANP</i> (Tummala & Schoenherr, 2011) (Gaudenzi & Borghesi, 2006) (Hanning, Jiangwei, & Kang, 2007) (Kull & Talluri, 2008) (G. Zhang, Luo, & Sun, 2012) (Badea, Prostean, Goncalves, & Allaoui, 2014) (Levary, 2008) (Levary, 2007) (Enyinda, Briggs, & Bachkar, 2009) (T. Wu et al., 2006) (Li & Li, 2010) (X. Wang, Chan, Yee, & Diaz-Rainey, 2012) (Sofyalioğlu & Kartal, 2012) (Nan, Huo, & Liu, 2009) (Guan et al., 2011) (Aggarwarl & Sharma, 2013) (Faisal, 2009) (Berenji et al., 2011) (Berenji & Anantharaman, 2011)
	<i>Cuestionario</i> (Cheng, Yip, & Yeung, 2012). (Trkman & McCormack, 2009)(Wagner & Bode, 2006) Kleindorfer y Saad (2005) (Jeng, 2004) (Luan, Xie, Duan, Wang, & Xiong, 2009)	<i>Simulación discreta, simulación dinámica, redes de petri</i> (Vilko & Hallikas, 2012) (Schmitt & Singh, 2012) Kleindorfer y Saad (2005) (Feng, Jun-qi, & Dao-ming, 2010) (Lee, Yeung, & Hong, 2011) (Tuncel & Alpan, 2010) . (Adhitya et al., 2008)
	<i>Panel de expertos, método Delphi</i> (Tse & Tan, 2012) (Markmann, Darkow, & von der Gracht, 2013) (Hanning et al., 2007)	<i>Método Delphi</i> (Markmann et al., 2013)
	<i>Otros</i> (Neiger, Rotaru, & Churilov, 2009) (Le a A. Deleris and Feryal Erhun, 2011) (Mojtahedi, Mousavi, & Makui, 2010) (Tummala & Schoenherr, 2011)	<i>Sistema de inferencia difusa, Fuzzy multicriteria, Fuzzy Dematel</i> (Aqlan, Lam, & Lam, 2014) (Behret, Öztayşi, & Kahraman, 2012) (Wen & Xi, 2007) (Rabenasolo & Zeng, 2012) (Ya-feng & Qi-hua, 2009)

(Adhitya, Srinivasan, & Karimi, 2008) (Han & Chen, 2007) (Giannakis & Louis, 2011) (Jiang & Huo, 2008) (Ya-feng & Qi-hua, 2009) (Juhong & Zihan, 2009) (Feng et al., 2010) . (Omer, Ganguly, Behncke, & Hollauer, 2014) (Huo, 2011)

FMEA, FMECA

(Zhang y Zhu, 2006) (Lee et al., 2011) (Tuncel & Alpan, 2010)

Otros²

(Soleimani & Govindan, 2014) (Goh, Lim, & Meng, 2007) (Hallikas et al., 2004) (Thun & Hoenig, 2011) : (Oke & Gopalakrishnan, 2009) (D. Wu & Olson, 2008) (D. Wu & Olson, 2008) (Cheng et al., 2012) (D. Wu & Olson, 2008) (Sun, Matsui, & Yin, 2012) (Trkman & McCormack, 2009) (Mojtahedi et al., 2010) (Giannakis & Louis, 2011) (Elmsalmi & Hachicha, 2013) Kleindorfer y Saad (2005) (Liu et al., 2008) (Jeng, 2004) (Ritchie & Brindley, 2007) (Han & Chen, 2007) (Jiang & Huo, 2008) (Juhong & Zihan, 2009) (Y. Wang & Huang, 2009) (Le a A. Deleris and Feryal Erhun, 2011)

Estos incluyen: Ingeniería de procesos enfocada en valor, herramientas para toma de decisiones multiatributo, HAZOP, Análisis estadístico de información histórica, Cloud Control, teoría de sistemas sociales, fuzzy Dematel, Análisis de escenarios, Diagramas de influencias, Action Research, monitoreo de indicadores claves de desempeño, árboles de fallas y eventos, Matriz de dominio múltiple y SCOR

² *Programación estocástica, Matriz probabilidad impacto, impacto frecuencia, DEA, Programación multiobjetivo, Análisis estadístico multivariado, programación por restricciones, gráfico de control P, Índice de incertidumbre, herramientas para toma de decisiones multiatributo, arboles de falla, matriz de impacto cruzado, Grey Relational method, cuestionario, teoría de sistemas sociales, análisis de escenarios, redes neuronales, análisis de riesgo probabilístico.*

Y se destaca que definitivamente las herramientas más utilizadas para la identificación de los riesgos son de tipo cualitativo y sustentadas en el conocimiento de los expertos, bien sean entrevistas estructuradas o semi estructuradas, cuestionarios o paneles de expertos. Con respecto a esto, y considerando lo que dicen (Vilko & Hallikas, 2012): “la escala de comprensión conceptual de los riesgos

varía ampliamente entre los entrevistados. Las compañías pequeñas que no tienen clara la gestión de riesgos, típicamente tienen bajo nivel de conocimiento y tienden a responder a los riesgos cuando ocurren”. Esto, significa que hay un gran camino por recorrer en el desarrollo de herramientas más objetivas para esta actividad tan importante que generen mayor confianza al equipo decisor.

Y por el lado de la evaluación y priorización se nota la gran participación de los métodos multicriterio y la lógica difusa. Esto podría explicarse desde dos perspectivas: una, relacionada con que definitivamente los riesgos deben ser considerados desde múltiples criterios dada su evidente naturaleza, y otro, que estos métodos como el AHP y el ANP (que son los más usados, según la

revisión realizada) utilizan tanto elementos cualitativos como cuantitativos, y resuelven así una situación muy común para muchas empresas y que es más notoria aún en las cadenas de suministro debido a la heterogeneidad de los actores, que es la falta de datos para poder realizar el proceso de gestión de los riesgos.

CONCLUSIÓN

Se puede entonces concluir de esta primera aproximación al estado del arte, que es necesario continuar trabajando en el desarrollo de herramientas cuantitativas para la identificación de los riesgos

asociados a la cadena de suministro, y que pueden explorarse otras herramientas de tipo multicriterio para la evaluación y priorización de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adhitya, A., Srinivasan, R., & Karimi, I. a. (2008). Supply Chain Risk Management through HAZOP and Dinamic Simulation. 18th European Symposium on Computer Aided Process Engineering, 25, 37–42.

Aggarwarl, R., & Sharma, S. (2013). Prioritization of Supply Chain Risk Assessors Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process. 2013 International Conference on Machine Intelligence and Research Advancement, 100–104.

Aqlan, F., Lam, S. S., & Lam, S. S. (2014). Author ' s Accepted Manuscript A Fuzzy-based Integrated Framework for Supply Chain Risk Assessment.

Badea, A., Prosteau, G., Goncalves, G., & Allaoui, H. (2014). Assessing Risk Factors in Collaborative Supply Chain with the Analytic Hierarchy Process (AHP). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 124, 114–123.

Behret, H., Öztayşi, B., & Kahraman, C. (2012). A Fuzzy Inference System for Supply Chain Risk Management, 429–438.

Berenji, H. R., & Anantharaman, R. N. (2011). Supply Chain Risk Management: Risk Assessment in Engineering and Manufacturing Industries, 2(6).

Berenji, H. R., Anantharaman, R. N., & Karegar, M. (2011). A New Two-Stage Fuzzy Decision Making Model in Supply Chain Risk Management. 2011 International Conference on Innovation, Management and Service, 14, 44–49.

Cheng, T. C. E., Yip, F. K., & Yeung, a. C. L. (2012). Supply risk management via guanxi in the Chinese business context: The buyers perspective. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 3–13.

Chopra, S., & Sodhi, M. S. (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. *MIT Sloan Management Review*, 46(46109), 53–61.

Deleris, L. A. and Erhun, F. 2011. “Quantitative Risk Assessment in Supply Chains: A Case Study Based on Engineering Risk Analysis Concepts.” In *Planning Production and Inventories in the Extended Enterprise*, edited by K. G. Kempf, P. Keskinocak, and R. Uzsoy. Springer Science+Business Media, LLC, New York....

Elmsalmi, M., & Hachicha, W. (2013). Risks prioritization in global supply networks using MICMAC method: A real case study. 2013 International Conference on Advanced

- Logistics and Transport, ICALT 2013, 394–399.
- Enyinda, C., Briggs, C., & Bachkar, K. (2009). Managing risk in pharmaceutical global supply chain outsourcing: Applying analytic hierarchy process model. *ASBBS Annual Conference: LasVegas*, 16(1).
- Faisal, M. N., Banwet, D. K., & Shankar, R. (2006). Supply chain risk mitigation: modeling the enablers. *Business Process Management Journal*, 12, 535–552.
- Faisal, M. N. (2009). Prioritization of risks in supply chains. *Managing Supply Chain Risk and Vulnerability: Tools and Methods for Supply Chain Decision Makers*, 41–66.
- Feng, L. F. L., Jun-qi, H. J. H., & Dao-ming, X. D. X. (2010). Managing disruption risks in supply chain. *Emergency Management and Management Sciences (ICEMMS)*, 2010 IEEE International Conference on, 00(0), 1–17.
- Finch, P. (2004). Supply chain risk management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9, 183–196.
- Gaudenzi, B., & Borghesi, A. (2006). Managing risks in the supply chain using the AHP method. *The International Journal of Logistics Management*, 17(1), 114–136.
- Giannakis, M., & Louis, M. (2011). A multi-agent based framework for supply chain risk management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17(1), 23–31.
- Goh, M., Lim, J. Y. S., & Meng, F. (2007). A stochastic model for risk management in global supply chain networks. *European Journal of Operational Research*, 182, 164–173.
- Goh, M., & Meng, F. (n.d.). A Stochastic Model for Supply Chain Risk Management Using Conditional Value at Risk. *Risk Management*.
- Guan, G., Dong, Q., & Li, C. (2011). Risk identification and evaluation research on F-AHP evaluation based supply chain. 2011 IEEE 18th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Part 3, 1513–1517.
- Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V. M., & Tuominen, M. (2004). Risk management processes in supplier networks. *International Journal of Production Economics*, 90, 47–58.
- Han, M., & Chen, J. (2007). Managing operational risk in supply chain. 2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2007, 4914–4917.
- Hanning, Y., Jiangwei, Y., & Kang, P. (2007). Risk identification of electronic commerce project based on cloud-control. 2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2007, (2005047), 3648–3651.
- Huo, H. (2011). Research on retail enterprise supply chain risk identification based on SCOR. 2011 International Conference on Management Science and Industrial Engineering, MSIE 2011, 1302–1305.
- Jeng, J. T. (2004). Supply chain risk management. *Semiconductor Manufacturing Technology Workshop Proceedings (IEEE Cat. No.04EX846)*, 139–140.
- Jiang, N., & Huo, J. Z. (2008). Supply Risk Identification and Analysis of Iron and Steel Enterprises Supply Chain Based on Social System Theory. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2008. WiCOM'08. 4th International Conference on, 1–4.
- Juhong, G., & Zihan, W. (2009). Research on real estate supply chain risk identification and precaution using Scenario analysis method. 2009 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 1279–1284.
- King, J. (n.d.). Operational Risk - Measurement and Modelling.
- Koller, M., & SpringerLink (Online service). (2011). *Life Insurance Risk Management Essentials*. EAA Series, 147–168.
- Kull, T. J., & Talluri, S. (2008). A Supply Risk Reduction Model Using Integrated Multicriteria Decision Making. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(3), 409–419.
- Lee, C. K. M., Yeung, Y. C., & Hong, Z. (2011). Managing the risks of outsourcing in supply chain networks. 1st International

- Technology Management Conference, (Figure 1), 488–494.
- Levary, R. R. (2007). Ranking foreign suppliers based on supply risk. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12, 392–394.
- Levary, R. R. (2008). Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks. *Computers and Industrial Engineering*, 55, 535–542.
- Li, Y., & Li, X. (2010). Study on ANP cluster supply chain risk evaluation. 2010 International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management, ICLSIM 2010, 3, 1296–1299.
- Liu, P., Peideliugmailcom, E., & Wang, T. (2008). Research on Risk Evaluation in Supply Chain Based on Grey Relational Method, 3(10), 28–35.
- Luan, Z., Xie, C., Duan, L., Wang, Z., & Xiong, Y. (2009). Risk Identification Based on OEM Supply Chain. 2009 International Conference on Management and Service Science, 1–4.
- Markmann, C., Darkow, I. L., & von der Gracht, H. (2013). A Delphi-based risk analysis - Identifying and assessing future challenges for supply chain security in a multi-stakeholder environment. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(9), 1815–1833.
- Mitra, S., Karathanasopoulos, A., Sermpinis, G., Dunis, C., & Hood, J. (2015). Operational risk: Emerging markets, sectors and measurement. *European Journal of Operational Research*, 241(1), 122–132.
- Mojtahedi, S. M. H., Mousavi, S. M., & Makui, A. (2010). Project risk identification and assessment simultaneously using multi-attribute group decision making technique. *Safety Science*, 48(4), 499–507.
- Nan, J., Huo, J. Z., & Liu, H. H. (2009). Supply chain purchasing risk evaluation of manufacturing enterprise based on Fuzzy-AHP method. 2009 2nd International Conference on Intelligent Computing Technology and Automation, ICICTA 2009, 3(70772077), 1001–1005.
- Narasimhan, R., & Talluri, S. (2009). Perspectives on risk management in supply chains. *Journal of Operations Management*, 27(2), 114–118.
- Neiger, D., Rotaru, K., & Churilov, L. (2009). Supply chain risk identification with value-focused process engineering. *Journal of Operations Management*, 27, 154–168.
- Oke, A., & Gopalakrishnan, M. (2009). Managing disruptions in supply chains: A case study of a retail supply chain. *International Journal of Production Economics*, 118, 168–174.
- Omer, M., Ganguly, A., Behncke, F. G. H., & Hollauer, C. (2014). A Complexity Driven Approach for Risk Evaluation in Use-Oriented Product- Service Systems Supply Chains An Integrated Supply Chain for Usage Oriented PSS. *IEEE 9th International Conference on Systems of Systems Engineering*, Adelaide, Australia., 278–283.
- Rabenasolo, B., & Zeng, X. (2012). A Risk-Based Multi-criteria Decision Support System for Sustainable Development in the Textile Supply Chain. *Handbook on Decision Making - Vol 2: Risk Management in Decision Making*, 33, Part I, 151–170.
- Ritchie, B., & Brindley, C. (2007). Supply chain risk management and performance: A guiding framework for future development. *International Journal of Operations & Production Management*, 27(3), 303–322.
- Schmitt, A. J., & Singh, M. (2012). A quantitative analysis of disruption risk in a multi-echelon supply chain. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 22–32.
- Shi, D. (2004). A review of enterprise supply chain risk management. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(2), 219–244.
- Sodhi, M. S., & Tang, C. S. (2012). Managing Supply Chain Risk. *Risk Management*, 17(2008), 3–11.
- Sofyalioğlu, Ç., & Kartal, B. (2012). The Selection of Global Supply Chain Risk Management Strategies by Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process – A Case from Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 1448–1457.
- Soleimani, H., & Govindan, K. (2014). Reverse logistics network design and

- planning utilizing conditional value at risk. *European Journal of Operational Research*, 237(2), 487–497.
- Sun, J., Matsui, M., & Yin, Y. (2012). Supplier risk management: An economic model of P-chart considered due-date and quality risks. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 58–64.
- Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103, 451–488.
- Tang, C., & Tomlin, B. (2008). The power of flexibility for mitigating supply chain risks. *International Journal of Production Economics*, 116, 12–27.
- Tapiero, C. S. and Kogan, K. (2007) Risk and Quality Control in a Supply Chain: Competitive and Collaborative Approaches. *The Journal of the Operational Research Society*, v. 58, n. 11, p. 1440-1448.
- Thun, J.-H., & Hoenig, D. (2011). An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 131, 242–249.
- Trkman, P., & McCormack, K. (2009). Supply chain risk in turbulent environments- A conceptual model for managing supply chain network risk. *International Journal of Production Economics*, 119(2), 247–258.
- Tse, Y. K., & Tan, K. H. (2012). Managing product quality risk and visibility in multi-layer supply chain. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 49–57.
- Tummala, R., & Schoenherr, T. (2011). Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *Supply Chain Management: An International Journal*, 16, 474–483.
- Tuncel, G., & Alpan, G. (2010). Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in Industry*, 61, 250–259.
- Vilko, J. P. P., & Hallikas, J. M. (2012). Risk assessment in multimodal supply chains. *International Journal of Production Economics*, 140(2), 586–595.
- Wagner, S. M., & Bode, C. (2006). An empirical investigation into supply chain vulnerability. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(2006), 301–312.
- Wang, X., Chan, H. K., Yee, R. W. Y., & Diaz-Rainey, I. (2012). A two-stage fuzzy-AHP model for risk assessment of implementing green initiatives in the fashion supply chain. *International Journal of Production Economics*, 135(2), 595–606.
- Wang, Y., & Huang, L. (2009). Risk assessment of supply chain based on BP neural network. 2009 2nd International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling, KAM 2009, 2, 186–188.
- Waters, Donald. (2007). *Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics*. Kogan Page Publishers, 2007. 256 páginas
- Wen, L., & Xi, Z. (2007). Supply Chain Risk Evaluation Based on Fuzzy, 1442–1445.
- Wu, D., & Olson, D. L. (2008). Supply chain risk, simulation, and vendor selection. *International Journal of Production Economics*, 114, 646–655.
- Wu, T., Blackhurst, J., & Chidambaram, V. (2006). A model for inbound supply risk analysis. *Computers in Industry*, 57, 350–365. doi:10.1016/j.compind.2005.11.001
- Ya-feng, L. Y. L., & Qi-hua, X. Q. X. (2009). A method of Identifying Supply Chain Risk Factors. 2009 WRI World Congress on Software Engineering, 4, 369–373.
- Zhang, a. N., Goh, M., Terhorst, M., Lee, a. J. L., & Pham, M. T. (2013). An interactive decision support method for measuring risk in a complex supply chain under uncertainty. *Proceedings - 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2013*, 633–638.
- Zhang, G., Luo, X., & Sun, C. (2012). Supply risk assessment model using hybrid weighting method. 2012 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, (4), 118–121.
- Zhang Jie, Qiong Zhu. (2006). FMEA Based Potential Risk Analysis of Lower Cost Region Sourcing. *Proceedings - 2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SOLI '06*, 158 - 163.