



## **REDUÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UTILIZAÇÃO DO FMEA PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES**

**FLÁVIA CRISTINA DA SILVA**  
UNINOVE – Universidade Nove de Julho  
flacrisil@yahoo.com.br

**FÁBIO YTOSHI SHIBAO**  
UNINOVE - Universidade Nove de Julho  
fabio.shibao@uninove.br

**MARIO ROBERTO DOS SANTOS**  
UNINOVE – Universidade Nove de Julho  
mario.rsantos@terra.com.br

Os autores agradecem ao Fundo de Apoio à Pesquisa - FAP/UNINOVE



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

### **REDUÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UTILIZAÇÃO DO FMEA PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES**

#### **Resumo**

O objetivo desse relato foi mostrar a seleção de um fornecedor, para transporte de resíduos por meio da utilização da metodologia FMEA, pela empresa Alpha. O serviço de transporte de resíduos originários no ambulatório da empresa era realizado gratuitamente pelo órgão municipal, onde a empresa está sediada, mas apresentava falhas frequentes nas operações, principalmente quanto à falta de coleta e ausência de controle no rastreamento dos resíduos após deixarem as dependências da empresa. O método FMEA destina-se a identificar potenciais problemas, suas causas e efeitos, assegurando a padronização dos procedimentos de análise e a criação de um histórico que servirá de base para a futura tomada de decisões. Após a aplicação da metodologia, verificou-se que apenas uma das empresas participantes do processo seletivo, possuía condições de minimização dos riscos e também poderia controlar e dispor os resíduos de forma ambientalmente correta e em conformidade com as leis em vigor. A Alpha procurou com esse procedimento, diminuir os riscos da empresa quanto a prováveis impactos ambientais e suas consequências, isto é, autuações, multas etc.

**Palavras-chave:** Análise de risco; Cadeia de suprimentos; FMEA; Seleção de fornecedores.

#### **Abstract**

The aim of this study was to report the selection of a supplier for the transport of waste through the use of FMEA methodology, the company Alpha. Transportation services at of waste originating ambulatory of the company was done free by the municipal agency, where the company is based, but had frequent failures in operations, especially regarding the lack of collection and lack of control in the tracking of waste after leaving the premises of company. The FMEA method aims to identify potential causes and effects problems, ensuring standardization of analysis and the creation of a history as a basis for future decision-making. After application of the methodology, it was found that only one of the companies participating in the selection process, had conditions to minimize the risk and also could control, and dispose of waste in an environmentally friendly manner in accordance with the laws in force. The Alpha tried this procedure with lower risks of the company and the likely environmental impacts and their consequences, ie, tax assessments, fines etc.

**Keywords:** Risk analysis; Supply chain; FMEA; Suppliers' selection.



# III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

## 1 Introdução

A empresa aqui denominada de Empresa Alpha atua na fabricação de artefatos de material plástico e é classificada, conforme anexo VIII da Política Nacional do Meio Ambiente [PNMA], Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981, como indústria de grande porte, pequeno potencial poluidor e pequeno grau de utilização de recursos ambientais (PNMA, 1981).

A empresa possui um ambulatório que gera resíduos de saúde, e o serviço de transporte desses resíduos era realizado gratuitamente pelo órgão municipal, entretanto, apresentava falhas frequentes nas operações, principalmente quanto à falta de coleta e falta de evidências de rastreamento do resíduo.

O objetivo desse relato foi mostrar a seleção de um novo fornecedor para os serviços de transportes dos resíduos, por meio da utilização da metodologia *Failure Mode and Effects Analysis* [FMEA] ou análise do modo de falha e seus efeitos, e com isso diminuir os riscos da empresa quanto aos prováveis impactos ambientais e suas consequências.

Este relato está delineado da seguinte forma: a próxima seção expõe a fundamentação teórica relacionada ao processo de análise de risco e seleção de fornecedores, enquanto a seção três descreve a metodologia do estudo, ressaltando-se o delineamento e delimitação da pesquisa, adaptação da metodologia de análise de risco à abordagem ambiental e sua aplicação. A seção quatro divulga e discute os resultados obtidos bem como a importância da aplicação prática deste estudo, e, por fim, a seção cinco traz as considerações finais, limitações da pesquisa e sugestões para futuros estudos na área.

## 2 Fundamentação teórica

Nesta seção serão apresentados aspectos e impactos ambientais, riscos na Cadeia de Suprimentos (CS), FMEA e seleção de fornecedores.

### 2.1 Aspectos e Impactos Ambientais – Atendimento Ambulatorial e Resíduos de Serviços de Saúde

A Política Nacional de Resíduos Sólidos [PNRS], instituída pela Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 (PNRS, 2010), dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos e instituiu a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (PNRS, 2010).

São objetivos da PNRS entre outros: proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; e com isso reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade do meio ambiente (PNRS, 2010).

Dentro desse contexto a norma ABNT NBR ISO 14001:2004, definiu causa e efeito, isto é, aspecto e impacto ambiental como: (i) aspecto ambiental é o elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização, que possa interagir com o meio ambiente; e (ii) impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização. A norma recomenda ainda que a organização identifique dentro do escopo do seu sistema de gestão ambiental, os aspectos ambientais que possa controlar ou influenciar, classificando-os quanto à sua significância (ABNT, 2004).



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

Já norma ABNT NBR 12808:1993 classificou os resíduos de serviços de saúde, objeto deste trabalho em três classes:

[...] quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde, para que tenham gerenciamento adequado: Classe A: Resíduos infectantes: A.1 biológico; A.2 Sangue e hemoderivados; A.3 Cirúrgico, anatomopatológico e exsudato; A.4 Perfurante ou cortante; A.5 Animal contaminado; e A.6 Assistência ao paciente; Classe B: Resíduo especial: B.1 Rejeito radiotivo; B.2 Resíduo farmacêutico; B.3 Resíduo químico perigoso; Classe C: Resíduo comum. (ABNT, 1993).

A norma ABNT NBR ISO 14001:2004 recomenda que as organizações controlem os aspectos ambientais significativos de produtos e serviços utilizados, e comuniquem aos seus fornecedores e prestadores de serviços os procedimentos e requisitos pertinentes (ABNT, 2004).

### 2.2 Riscos na cadeia de suprimentos [CS]

Segundo Mentzer *et al.* (2001), cadeia de suprimentos é um conjunto de três ou mais entidades (organizações ou indivíduos), diretamente envolvidas nos fluxos ascendentes e descendentes de produtos, serviços, recursos financeiros e/ou informações de uma fonte de matéria-prima até o consumidor.

De acordo com Christopher e Lee (2004), riscos tangíveis e intangíveis podem induzir às intervenções que por sua vez causam reações, esse processo acelera a expansão da espiral de risco em toda a CS, sendo necessária a implementação de ações de visibilidade e controle para a restauração da confiança e quebra da espiral de risco. Risco constitui uma falta de conhecimento de eventos futuros (Kerzner, 2009).

A seleção de fornecedores é uma decisão crítica, pois o histórico de desempenho e dados de pesquisa sugerem que falhas de fornecedores são comuns, sendo apropriada a adoção de um programa robusto para gestão de risco em fornecedores (Welborn, 2010).

Diferentemente da cadeia de suprimentos tradicional que fundamenta a seleção de fornecedores principalmente no preço, a *green supply chain management* [GSCM] apóia seus critérios de seleção de fornecedores no grau de evolução ecológica de suas práticas (Ho, Shalishali, Tseng, & Ang, 2009). Segundo Sarkis (2003), a GSCM é o processo que envolve todas as atividades da cadeia de suprimentos, correlacionando as questões ecológicas e econômicas à transformação dos materiais.

A partir de uma revisão da literatura, Khan e Burnes (2007) apresentaram definições para a gestão de riscos, relacionaram a importância do risco à gestão da CS e elencaram metodologias disponíveis para o gerenciamento de risco da cadeia de suprimentos, e entre elas destaca-se: *Failure Mode and Effects Analysis* [FMEA] ou análise do modo de falha e seus efeitos, *Cost-Benefit Analysis* [CBA] ou análise custo-benefício e *Risk-Benefit Analysis* [RBA] ou análise risco-benefício.

### 2.3 Failure Mode and Effects Analysis [FMEA]

O método FMEA destina-se a identificar problemas potenciais, suas causas e efeitos, assegurando a padronização do procedimento de análise e a criação de um histórico que servirá de base para a futura tomada de decisões segundo o *Automotive Industry Action Group* [AIAG, 2008]. É utilizado para a análise de possíveis falhas em produtos, processos, projetos e serviços (Wang, Chin, Poon, & Yang, 2009) em uma ampla gama de indústrias como a aeroespacial, nuclear, química e manufatura em geral (Chin, Wang, Poon, & Yang 2009).



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

Trata-se de uma metodologia sistemática desenvolvida nas indústrias de defesa aeroespaciais para o planejamento da qualidade analítica que, segundo Layzell e Ledbetter (1998), compreende três etapas: 1) identificação do potencial até então desconhecido de todos os modos de falha e suas correspondentes causas e efeitos; 2) posicionar a causa da falha de acordo com a probabilidade de ocorrência, o modo de falha em relação ao possível grau de detecção e a severidade dos efeitos da falha, e, 3) identificar as ações corretivas a serem tomadas.

FMEA é uma metodologia qualitativa de prevenção que requer uma equipe multifuncional, visto que depende da capacidade dos envolvidos em prever todas as possíveis fragilidades para que soluções adequadas à sua mitigação sejam propostas (AIAG, 2008). Portanto, são decisões tomadas em grupo, pois dependem de diversas áreas de conhecimento e experiências, e dessa forma não poderá ser atribuída a uma única pessoa, conforme alertaram Chin *et al.* (2009).

Segundo Wang *et al.* (2009), modo de falha é definido como a maneira pela qual um componente, subsistema, sistema, processo, etc poderia deixar de atender aos requisitos do projeto. Um modo de falha de um componente pode ser a causa de uma falha no modo de outro componente. A causa de falha é definida como uma fraqueza de projeto que pode resultar em um fracasso.

A diversidade de aplicações da metodologia FMEA, bem como suas evoluções quanto à forma de cálculo estão bem documentadas na literatura (Liu, Liu, & Liu, 2013). Uma questão importante do FMEA é a determinação de prioridades de risco dos modos de falha identificados (Wang *et al.*, 2009).

### 3 Procedimentos metodológicos

Esse estudo é exploratório de natureza qualitativa e foi desenvolvido por meio de observação em documentos e observação participante de um dos pesquisadores possibilitando demonstrar um estudo de caso.

Nessa pesquisa em primeiro momento desenvolveu-se revisão da literatura, imprescindível para estudos exploratórios, segundo Gil (2002). Em seguida, realizaram-se análises e observações em relatórios da FMEA para constatações das evidências presentes nos resultados quantitativos dos dados. Segundo Yin (2010) a observação em documentos para coleta de dados empíricos permite ampliar as evidências pesquisadas, porque o objetivo é possuir um esquema suficiente de estudo, com proposições teóricas previamente abordadas pela bibliografia existente, que deverá fornecer a direção do estudo.

Outra abordagem metodológica empregada neste estudo foi a observação participante, com a participação direta de um dos autores que trabalha na empresa estudada e participou do processo de seleção da empresa prestadora de serviço. Essa metodologia permite chegar a respostas subjacentes ao discurso e ao comportamento dos indivíduos em determinados contextos, nem sempre manifestadas claramente, que não seriam possíveis de obter por outros métodos (Hammersley & Atkinson, 1995). Isso é factível porque o pesquisador destina determinado tempo a vivenciar uma experiência, tal qual um participante do fenômeno pesquisado (Elliot & Jankel-Elliot, 2003).

O objetivo deste estudo foi mostrar o processo de selecionar, a partir do uso da metodologia FMEA, um prestador de serviço para transporte de resíduos do serviço de saúde de uma empresa industrial de grande porte, do segmento de artefatos de plásticos.

### 4 Resultados obtidos e análise



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

A seguir serão apresentados a caracterização da empresa pesquisada e os resultados da pesquisa.

### 4.1 Empresa pesquisada

A empresa Alpha, situa-se na cidade de Barueri, Estado de São Paulo e dedica-se ao segmento de componentes automotivos, utilidades domésticas e filmes flexíveis, exercendo sua atividade produtiva 24 horas por dia durante 26 dias por mês. Compõem seu quadro funcional 1022 colaboradores e seu sistema de gestão ambiental é certificado conforme a norma ABNT NBR ISO 14001:2004 desde julho/2007.

O ambulatório da empresa é licenciado pela Coordenadoria Municipal de Vigilância Sanitária [CEVS] conforme Portaria CEVS nº 04 de 21 de março de 2011, e está registrado no Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo [CREMESP] com a finalidade exclusiva de consulta, destinando-se principalmente à gestão documental dos exames admissionais, periódicos e demissionais, programas de saúde preventiva e prevenção de acidentes. Ocasionalmente são prestados atendimentos emergenciais (primeiros socorros) pela equipe atuante, formada por um médico do trabalho, uma enfermeira do trabalho, um auxiliar de enfermagem e uma técnica de enfermagem. Mensalmente são gerados em média 2 kg de resíduos.

Os resíduos oriundos das atividades desenvolvidas no ambulatório estão descritos na Tabela 1 a seguir, e foram classificados conforme a norma ABNT NBR 12808:1993.

**Tabela 1 - Classificação do resíduo ambulatorial**

Classe	Tipo	Descrição	Composição	Qtde kg/mês
A	A.4	Perfurante ou Cortante	Agulhas, ampolas, pipeta, lâminas de bisturi e vidro	0,5
A	A.6	Assistência ao Paciente	Secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições	1,0
B	B.2	Farmacêutico	Medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados	0,5
C	-	Comum	Resíduos da atividade administrativa e dos serviços de varrição que não tiveram contato com pacientes	Não quantificado

Fonte: Dados da pesquisa.

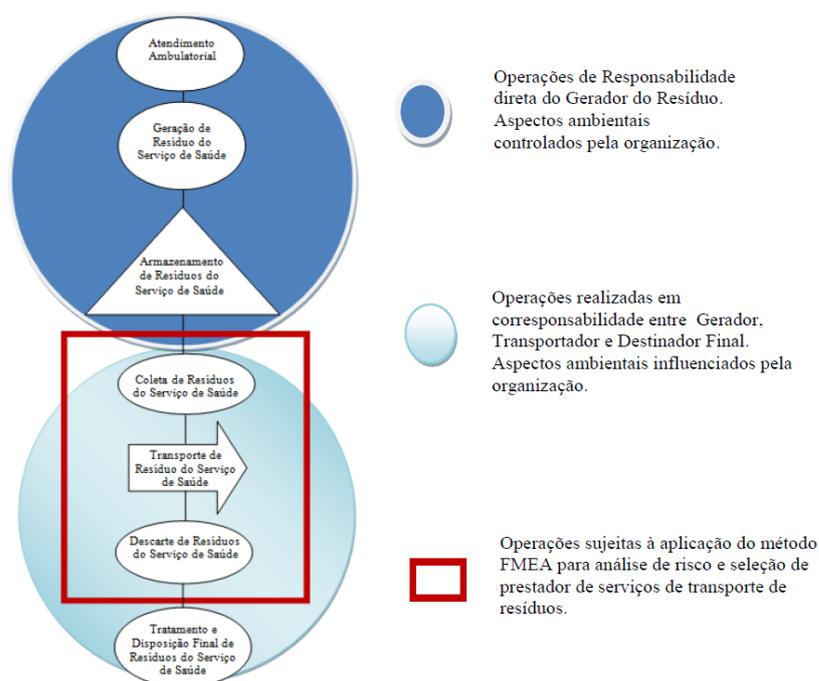
Por não oferecerem risco adicional à saúde pública e apresentarem semelhança aos resíduos domésticos, os resíduos da classe C não são classificados como perigosos, não foram, portanto, inclusos no escopo deste estudo.

O serviço de transporte desses resíduos do serviço de saúde era realizado gratuitamente pelo órgão municipal, entretanto, apresentava falhas frequentes nas operações, principalmente quanto à falta de coleta e falta de evidências de rastreamento do resíduo.

Em razão desse fato, a Alpha optou por contratar um novo prestador de serviços de transporte de resíduos que atuasse em conformidade com as exigências legais aplicáveis à operação. A Figura 1 mostra o fluxo de atuação desse prestador de serviços.



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)



**Figura 1** – Fluxo dos resíduos de serviços de saúde  
**Fonte:** Dados da pesquisa.

### 4.2 Resultados da pesquisa

O descarte de resíduos do serviço de saúde gerados pelo atendimento ambulatorial da organização compreende três etapas distintas: coleta, transporte e descarte. Em todas essas atividades foram identificados altos índices de riscos associados aos modos e efeitos da falha (severidade, ocorrência e detecção).

Na fase da coleta do resíduo o modo de falha mais significativo é a interrupção definitiva da prestação de serviço por encerramento das atividades do fornecedor ou cliente. Para esse modo de falha recomendou-se adendo de cláusula contratual referindo-se ao período mínimo para aviso à outra parte.

A operação de transporte é a atividade que apresenta mais situações de risco para o meio ambiente, tanto pela gravidade do potencial impacto ambiental quanto pela fragilidade dos controles de prevenção e detecção. As ações recomendadas para minimização do risco estão associadas a implantação de tecnologias e divisão da responsabilidade no monitoramento das operações.

Para o estágio de descarte as ações recomendadas referem-se principalmente a adendos de cláusulas contratuais sobre obrigatoriedade de descarte em entidade recebedora homologada pelo órgão ambiental.

Foram realizadas três reuniões com a equipe responsável pela aplicação da metodologia e escolha da empresa prestadora de serviço, conforme relatado a seguir.

A equipe multidisciplinar da empresa Alpha foi composta de quatro especialistas representantes das áreas de processo, qualidade, meio ambiente e compras.

Na primeira reunião foi realizada uma sessão de *brainstorm* da equipe para identificar os modos de falha e efeitos relacionados aos aspectos ambientais da operação como um todo, isto é, desde a coleta até a disposição final dos resíduos.



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

A priorização dos modos de falha e efeitos se dá pela análise individual dos critérios ou pela sua interação (Liu *et al.*, 2013), conforme equação a seguir apresentada:

$$RPN = S \times O \times D$$

Sendo:

S (severidade) = gravidade do modo de falha, considerada a partir do efeito

O (ocorrência) = repetibilidade do modo de falha, considerada a partir da frequência da operação

D (detecção) = probabilidade de detectar a causa da falha ou o modo de falha, considerada a partir do estágio de detecção

RPN – *risk priority number* (número de prioridade de risco) = resultado da multiplicação dos critérios S, O e D

O passo seguinte consistiu em submeter os modos e efeitos de falha mapeados à análise de uma empresa de consultoria em legislação ambiental a fim de identificar os requisitos legais associados ao processo de transporte de resíduos.

Na segunda reunião, uma nova sessão de *brainstorm* da equipe multifuncional acrescida de um representante da consultoria em legislação ambiental usou como base metodológica o modelo FMEA utilizado no setor automotivo. A equipe categorizou os critérios de severidade, ocorrência e detecção, relativos ao processo de transporte de resíduos, conforme mostrado nas Tabelas 2, 3 e 4, a seguir apresentadas.

**Tabela 2 – Severidade**

Tipo de Efeito	Severidade (Descrição do Efeito do Modo de Falha)	Classificação (Grau de Severidade)	
Impacto Ambiental Significativo, Irreversível	Danos irreversíveis à fauna, flora ou ao meio ambiente físico, comprometendo seriamente a saúde, integridade física ou expectativa de vida do ser humano.	10	Muito Alta
Impacto Ambiental Significativo Reversível	Danos reversíveis à fauna, flora ou ao meio ambiente físico, causando danos à saúde ou integridade física do ser humano passíveis de recuperação.	8	Alta
Inviabilidade Operacional/Administrativa e/ou Infração de Requisito Legal	Quebra de contrato, paralização das atividades sem prévio aviso, concordata, falência, etc.	6	Moderada
	Corresponsabilidade em infração à legislação de cunho ambiental, independente do grau do impacto.		
Impacto Ambiental Adverso	Danos de pequenas proporções ao meio ambiente físico, não comprometendo a fauna, flora ou implicando em danos à vida do ser humano.	4	Baixa
	Alterações sistêmicas em operações que interromper os processos da empresa		
Impacto Ambiental Adverso	Alterações pontuais em operações e/ou processos que possam trazer consequências mínimas ao meio ambiente físico, passíveis de mitigação ou compensação do impacto.	1	Muito Baixa

**Fonte:** Dados da pesquisa.

A priorização dos riscos foi estabelecida de acordo com a seguinte ordem: RPN acima de 80 pontos, e/ou severidade a partir de oito, e/ou ausência de controles preventivos ou detectivos.



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

**Tabela 3 – Ocorrência**

Critério de Ocorrência (Quantidade de acontecimentos)	Ocorrência (Modo de Falha)	Classificação (Probabilidade de Ocorrência)	
Caráter sistêmico em operação diária	Falha é inevitável - controles preventivos inexistentes	10	Muito Alta
Caráter sistêmico em operação eventual	Falha é provável - controles preventivos insuficientes	8	Alta
Caráter pontual em operação diária	Falha é incerta - associada a alterações nas operações atuais ou novas operações, para as quais os controles preventivos não estão adaptados	6	Moderada
Caráter pontual em operação eventual	Falha é isolada - está associada a nova operação similar ao processo de rotina para qual os controles preventivos são eficientes	4	Baixa
Não ocorre	Falha não é observada - controles preventivos eficientes para operações de rotina	1	Muito Baixa

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Conforme o manual FMEA (AIAG, 2008), a gravidade de um modo de falha não pode ser alterado, independente dos controles adotados. As ações recomendadas podem atuar somente na redução da ocorrência ou aumento da detecção.

Na terceira reunião, após a adequação ao propósito e necessidades da organização, a metodologia FMEA foi disponibilizada aos membros da equipe responsável pela seleção em conjunto com os representantes das empresas candidatas à prestação dos serviços.

**Tabela 4 – Detecção**

Oportunidade de Detecção	Detecção (Identificação da Causa da Falha ou Modo de Falha)	Classificação (Probabilidade de Detecção)	
Nenhuma oportunidade	Não há controles para detecção.	10	Muito Remota
	Modo de falha ou efeito da falha são detectados por partes interessadas (órgãos reguladores, comunidade)		
Improvável detectar em qualquer estágio	Controles são insuficientes para garantir que fornecedor ou cliente detectem da causa da falha	8	Remota
Depois de causar o impacto ambiental	Causa da falha ou modo de falha são detectados pelo cliente e/ou fornecedor depois de provocar o impacto ambiental	6	Baixa
Antes de provocar o impacto ambiental	Causa da falha ou modo de falha são detectados antes de provocar o impacto ambiental	4	Moderada
Não aplicável	Causa da falha ou modo de falha não pode ocorrer porque está completamente prevenido	1	Alta

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Após a avaliação das quatro empresas pela equipe da Alpha, a empresa prestadora de serviços selecionada foi aquela que apresentou menor risco nas operações de coleta, transporte e descarte dos resíduos de serviços de saúde, porque apresentou controles preventivos e detectivos satisfatórios para os potenciais modos de falhas identificados pela



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

metodologia FMEA. Essa empresa foi escolhida e contratada para executar os serviços de coleta, transporte e descarte dos resíduos dos serviços de saúde pela empresa Alpha.

### 5 Considerações finais

O objetivo desse relato foi mostrar a seleção de um fornecedor, para transporte de resíduos, por meio da utilização da metodologia FMEA, pela empresa Alpha.

O serviço de transporte de resíduos originários no ambulatório da empresa era realizado gratuitamente pelo órgão municipal, onde a empresa está sediada, mas apresentava falhas frequentes nas operações, principalmente quanto à falta de coleta e ausência de controle no rastreamento dos resíduos após deixarem as dependências da empresa.

Após a aplicação da metodologia, verificou-se que apenas uma das empresas participantes do processo seletivo, possuía condições de minimização dos riscos e também tinha condições de controlar e dispor os resíduos de forma ambientalmente correta e de acordo com as leis em vigor.

A Alpha procurou com esse procedimento diminuir os riscos da empresa durante o processo de coleta, transporte e disposição final dos resíduos, quanto a prováveis impactos ambientais e suas consequências, isto é, autuações, multas etc. Segundo Wang *et al.* (2009), cada modo de falha ou causa deve ser avaliada e priorizada em termos de riscos para que altos riscos (ou mais perigosos) modos de falha possam ser corrigidos como prioridade principal.

Uma das limitações da pesquisa é relativa a aplicação da metodologia FMEA em apenas um processo dentro de uma única empresa. O processo analisado não está dentro da linha de produtos da empresa e não influencia, portanto, no faturamento ou mercado. Dessa forma não é possível ampliar os resultados aqui encontrados para outras empresas ou outros processos.

Uma sugestão para futuras pesquisas é utilizar a metodologia FMEA para seleção de fornecedores em diversas áreas de uma empresa e se possível, também em diversas empresas e comparar os resultados encontrados.

### Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1993). *NBR 12808*: Resíduos de serviços de saúde. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). *NBR ISO 14001*: Sistema da gestão ambiental – Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro.

AIAG. *Automotive Industry Action Group*. (2008). Recuperado em 10 agosto, 2014 de: <https://www.aiag.org/scriptcontent/index.cfm>.

Brasil. *Lei N° 6.938*, de 31 de agosto de 1981, Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Recuperado em 15 julho, 2014, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm).

Brasil. *Decreto n° 7.404*, de 23 de dezembro de 2010, Regulamenta a Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS. Recuperado em 7 fevereiro, 2013, de <http://www.trusher.com.br/novo/areas/documentos/lei7404.pdf>.

Chin, K-S., Wang, Y-M., Poon, G. K. K., & Yang, J-B. (2009). Failure mode and effects analysis using a group-based evidential reasoning approach. *Computers & Operational Research*, 36(6), 1768-1779.



## III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

- Christopher, M., & Lee, H. (2004). Mitigating supply chain risk through improved confidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, 34(5), 388–396.
- Elliot, R., & Jankel-Elliot, N. (2003). Using Ethnography in Strategic Consumer Research. *Qualitative Market Research*. 6(4), 215-223.
- Gil, A. C. (2002). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 3. ed. São Paulo, Atlas.
- Hammersley, M., & Atkinson, P. (1995). *Ethnography: principles in practice*. New York: Routledge.
- Ho, J. C., Shalishali, M., Tseng, T. J., & Ang, D. S. (2009). Opportunities in green supply chain management. *The Coastal Business Journal*, 8(1), 18–31.
- Khan, O., & Burnes, B. (2007). Risk and supply chain management: a creating a research agenda. *The International Journal of Logistics*, 18(2), 197–216.
- Kerzner, H. (2009). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 10<sup>th</sup> ed. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Layzell, J., & Ledbetter, S. (1998). FMEA applied to cladding systems - reducing the risk of failure. *Building Research and Information*, 26(6), 351–357.
- Liu, H.-C., Liu, L., & Liu, N. (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: a literature review. *Expert Systems with Applications*, 40(2), 828–838.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 11, 397–409.
- Wang, Y-M., Chin, K-S., Poon, G. K. K., & Yang, J-B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert System with Applications*, 36(2), 1195-1207.
- Welborn, C. (2010). Applying failure mode and effects analysis to supplier selection. *The IUP Journal of Supply Chain Management*, VII(3), 7–14.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. São Paulo: Bookman.