

## Uso combinado do AHP e do FMEA para análise de riscos em gerenciamento de projetos

**Gilson P. Sardinha**  
UNITAU  
gsardin@ig.com.br

**Fernando A. E. Claro**  
UNITAU  
fernandoclaro@uol.com.br

**Rodrigo L. Pereira**  
UNITAU  
rodrigo.lemospereira@gmail.com

### RESUMO

*Este artigo apresenta um estudo de caso desenvolvido em uma indústria de produtos para saúde e higiene e aplicado na implantação de equipamento para manufatura de um produto de higiene íntima feminina. Para avaliar os riscos associados a este projeto foram integrados a Análise do Modo e Efeito de Falha (FMEA) e o Processo Hierárquico Analítico (AHP), este último um método de decisão no qual causas potenciais de falha e múltiplos critérios de avaliação são organizados em uma estrutura hierárquica e avaliados de modo emparelhado. Com isto foi possível mensurar e garantir a consistência dos julgamentos usados no procedimento e priorizar a criticidade das falhas ponderando-se um número maior de fatores, todos eles de impacto significativo ao sucesso do projeto e ao uso do equipamento na produção em série.*

Palavras-chave: AHP. FMEA. Gerenciamento de Projeto. Método de Decisão Multicritério.

### 1. INTRODUÇÃO

O advento da globalização tem sido responsável pela crescente competitividade entre as empresas que, para se manter no mercado, têm que buscar inovações e estratégias ousadas. Além da preocupação em manter um quadro de profissionais talentosos e preparados para os desafios do mercado, as grandes corporações em geral têm investido cada vez mais em projetos de aquisição de novos equipamentos com os quais é possível obter melhor produtividade sem aumento nos custos de mão-de-obra (KERZNER, 2003).

Para conduzir com sucesso o lançamento de novos equipamentos, processos e produtos, muitas organizações adotam o estilo organizacional associado ao conceito de Gerenciamento de Projetos. Uma das instituições pioneiras no ensino e desenvolvimento deste sistema de gestão é o *Project Management Institute* (PMI) que está em atividade desde 1969. Segundo esta instituição, o gerenciamento de projeto consiste na “aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para organizar e desenvolver atividades a fim de atender ou exceder as necessidades e expectativas dos acionistas e da corporação” (NEWELL, 2002).

Quando a implementação de novos equipamentos é feita segundo a metodologia de gerenciamento de projetos, a primeira providência é o planejamento que conterà, no mínimo, detalhes sobre os objetivos e os resultados esperados, os critérios de qualidade a serem respeitados, os recursos necessários, a estrutura de gerenciamento, as tolerâncias, a

programação, os *milestones* (um evento chave durante o projeto, normalmente associado a conclusão de uma etapa ou qualquer outro evento notável) e o gerenciamento dos riscos esperados.

A administração de riscos surgiu como uma forma de mensurar e controlar a incerteza, atribuindo-lhe um valor provável. Este conceito é importante no mercado financeiro e nas áreas de seguros, visto que elas vivem do risco, mas também é fundamental em gerenciamento de projetos. No âmbito de projetos, riscos são conceituados como sendo “a medição da probabilidade e consequência do não atendimento dos requisitos definidos no projeto” (KERZNER, 2003) e o PMBoK (*Project Management Body of Knowledge* – Corpo de Conhecimentos de Gerenciamento em Projetos) caracteriza como objetivos da gerência de riscos “aumentar a probabilidade e o impacto de eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto de eventos adversos ao projeto” (NEWELL, 2002).

Embora o desenvolvimento rigoroso e sistemático das atividades planejadas para o projeto seja importante para que ele se conclua a bom termo, diversos autores enfatizam o gerenciamento de riscos como um de seus fatores críticos de sucesso (COOPER, KLEINSCHMIDT, 1995; WHITE, FORTUNE, 2002; TARALLO, AMARAL, 2008; HAUGHEY, 2009). A visão comum compartilhada por vários pesquisadores sobre a importância da avaliação de riscos deriva-se do fato que cada projeto tem características peculiares, portanto arriscadas, e da percepção que quanto mais precocemente o risco for levantado, maior a chance de se preparar um plano de contingência para eliminá-lo ou reduzi-lo.

Com base nestes fatos, o propósito do presente estudo foi conduzir uma análise dos riscos associados ao projeto de um equipamento produtivo, usado na manufatura de um produto de higiene íntima feminina, capacitando tomar medidas que reduzam/eliminam a possibilidade de falhas com o equipamento em operação. Neste sentido, os métodos para a Análise do Modo e Efeito de Falhas (FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*) e do Processo Hierárquico Analítico (AHP - *Analytic Hierarchy Process*) foram combinados e usados simultaneamente, constituindo-se num instrumento de decisão multicritério híbrido que doravante neste artigo será abreviado por MFMEA.

O FMEA é um procedimento analítico usado para identificar os modos de falha dos componentes de um sistema e, por consequência, o seu efeito na confiabilidade. Nesta técnica, escores predeterminados em uma escala numérica de 1 a 10 são atribuídos ao grau de severidade ( $E_s$ ), probabilidade de ocorrência ( $E_p$ ) e chance de não-detecção ( $E_d$ ) para cada falha em potencial. O produto destes escores, denominado Número de Priorização de Risco (RPN - *Risk Priority Number*), exprime o grau de criticidade da falha. Maiores detalhes sobre os fundamentos do FMEA estão disponíveis em muitos livros-texto, por exemplo, em STAMATIS (2003), uma das referências clássicas sobre o tema. Diferentes ferramentas de avaliação de risco têm sido propostas na literatura (MONTAGUE, 1990; MILLER, LESSARD, 2001; PRICE, 1998), entretanto o FMEA é o de maior preponderância e tem sido usado em inúmeras áreas, como por exemplo, no desenvolvimento de produtos, de processos de manufatura, de serviços, e de atividades de manutenção (SEGISMUNDO, MIGUEL, 2008; BRAGLIA, 2000; CARBONE, TIPPETT, 2004; COTNAREANU, 1999; MILLER, LESSARD, 2001).

O AHP é uma ferramenta para tomada de decisão multicritério quando aspectos qualitativos e quantitativos precisam ser considerados. Neste método os diferentes aspectos do problema são organizados em uma estrutura hierárquica onde no nível mais baixo estão as

alternativas (representadas pelas falhas em potencial), no nível intermediário os critérios (com os quais a criticidade de cada falha em potencial será julgada) e finalmente no nível mais alto o sucesso (isto é, a ordem de criticidade das falhas inicialmente consideradas). Os julgamentos são feitos por comparações emparelhadas apoiadas pelo uso de escores discretos, provenientes de uma escala de nove pontos, ver Tabela 1.

Tabela 1. Escores de julgamento no AHP

Escore	Julgamento
1	Igual importância
3	Diferença moderada
5	Forte diferença
7	Diferença muito forte
9	Extrema diferença
2, 4, 6, 8	Escores intermediários entre graus de importância

Os resultados encontrados são usados para desenvolver matrizes de tamanho  $n \times n$  ( $n$  é o número de fatores em consideração) a partir das quais se determina a consistência da avaliação, expressa pelo índice

$$I_R = CI/RI \quad (1)$$

onde

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

$\lambda_{\max}$  é o altovalor máximo da matriz e os valores de RI estão na Tabela 2 (SAATY, 1980).

Tabela 2. Valores de RI para diferentes ordens de matriz (SAATY, 1980)

$n$	1	2	3	4	5	6	7
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35

Os julgamentos são considerados aceitáveis quando  $I_R \leq 0,1$  e se isto não ocorre recomenda-se repetir imediatamente a avaliação ou iniciar uma investigação mais detalhada. Finalmente prioriza-se a criticidade de cada combinação causa/critério, dentro de uma escala de 0,000 a 1,000. Maiores detalhes sobre o método, em especial sobre a maneira usada para realizar esta priorização, podem ser encontrados em diversas publicações, destacando-se entre elas o trabalho seminal de SAATY (1980). Com emprego do AHP combinado ao FMEA é possível diminuir a subjetividade naturalmente associada ao julgamento tradicional com escores, justificar de forma racional as prioridades determinadas e incluir critérios adicionais aos levados em conta no FMEA, tão ou mais importantes que estes para o sucesso do projeto e para o uso do equipamento na produção em série.

## 2. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Segundo classificação proposta em SILVA E MENEZES (2001), esta pesquisa é um estudo de caso, de natureza aplicada à solução de problemas específicos, com abordagem qualitativa e objetivos descritivos.

## 3. O ESTUDO DE CASO

O presente estudo foi realizado em uma empresa produtora de bens de consumo para saúde e higiene, durante o desenvolvimento de um projeto para implantação de uma máquina operatriz de alto grau de complexidade, veja diagrama esquemático na Figura 1, empregada na fabricação de produtos para higiene feminina.

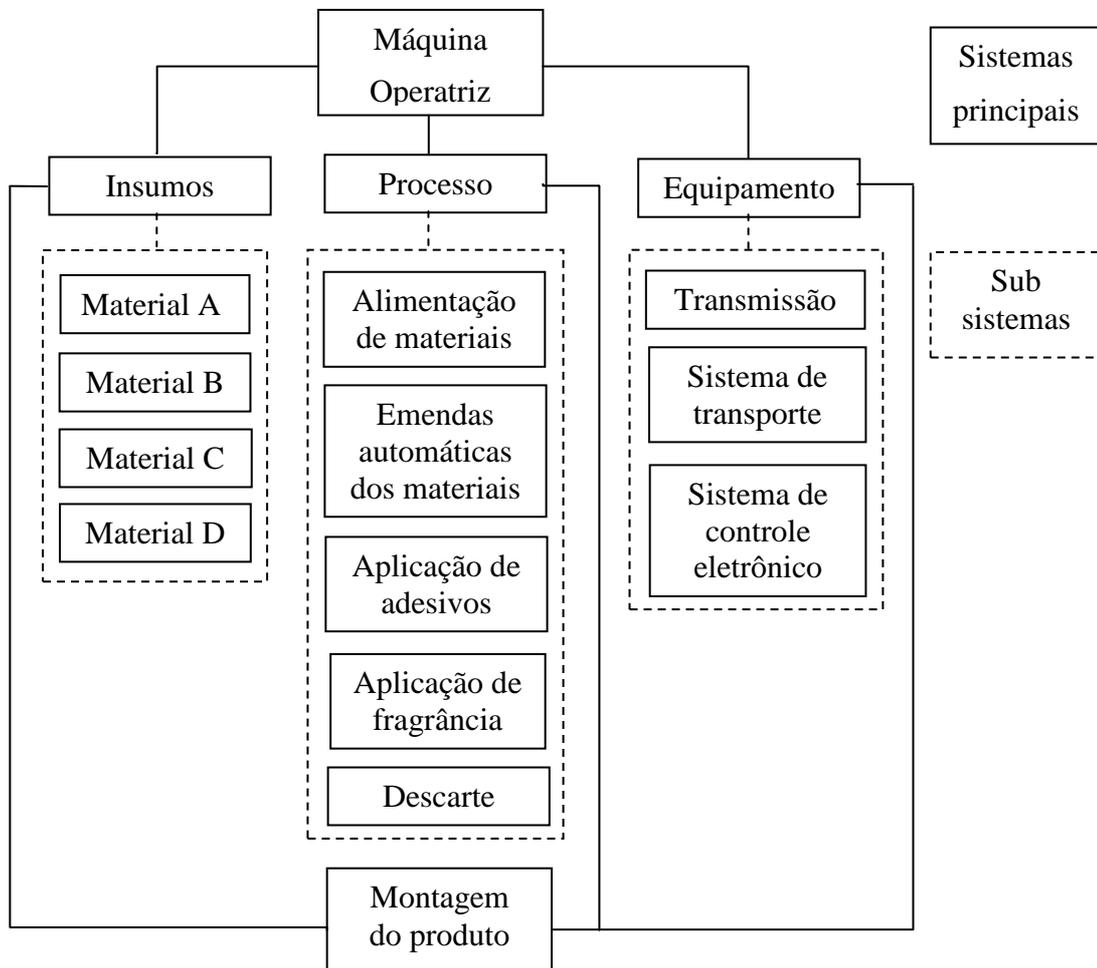


Figura 1. Diagrama esquemático do processo em estudo

O objetivo do estudo foi identificar os riscos de natureza técnica (exemplificados, entre outros, por atrasos nas atividades do cronograma de instalação, custos acima do orçamento e baixo padrão de confiabilidade, segurança, qualidade ou de produtividade) associados à implantação do projeto, estimar seus efeitos e priorizar a busca de alternativas

para eliminá-los ou mitigá-los preventivamente, evitando maiores perturbações quando o equipamento estiver em uso na produção em massa. Embora o equipamento seja constituído por quatro sistemas principais, nesta publicação apenas os sistemas “Processo” e “Equipamento” estão sendo usados para exemplificar a metodologia aplicada, cuja seqüência é descrita a seguir.

a) Usando a experiência de equipamentos similares anteriores a equipe de profissionais envolvidos com os projetos de instalação de máquinas determinou escores para probabilidade de falhas ( $E_p$ ), veja Tabela 3, para a probabilidade de não detecção das falhas ( $E_d$ ), veja Tabela 4, e para a severidade das falhas ( $E_s$ ), veja Tabela 5.

Tabela 3. Escores para medir a probabilidade de falha ( $E_p$ )

Escore	Probabilidade	Taxas de ocorrências (%)
1	1 parada por mês (720 horas)	0,1
2	2 paradas por mês (720 horas)	0,3
3	3 paradas por mês (720 horas)	0,4
4	1 parada por semana (168 horas)	0,6
5	3 paradas por semana (168 horas)	1,7
6	1 parada em 24 horas	4,2
7	2 paradas em 24 horas	8,3
8	1 parada por turno de 8 horas	12,5
9	4 paradas por turno de 8 horas	50,0
10	1 parada por hora	100,0

b) Definidos os escores para os critérios, o FMEA dos sistemas escolhidos para exemplificar a metodologia foi preparado do modo clássico e o Número de Prioridade de Risco ( $RPN = E_p \times E_s \times E_d$ ) para cada falha em potencial identificada. Esta etapa da metodologia foi realizada em sucessivas reuniões com o grupo técnico responsável pelo projeto e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 6.

c) Além dos critérios clássicos do FMEA, optou-se por incluir neste estudo os critérios de Cronograma (pontualidade na realização das etapas do projeto), Custo (como medida de observância ao orçamento do projeto) e Eficiência Global do Equipamento (OEE - *Overall Equipment Effectiveness* (Hansen, 2002), indicador expresso pelo produto entre disponibilidade do equipamento, eficiência do equipamento e percentagem de produtos aprovados na primeira vez) dada a importância que representam para o projeto.

d) Havendo concluído as etapas (b) e (c), foi preparada a estrutura hierárquica do processo, que é representada esquematicamente na

e) Figura 2.

Tabela 4. Escores para medir a probabilidade de não detecção da falhas ( $E_d$ )

Escore	Visível a olho nu			Controle automático (por dispositivos)			Visível após inspeção		Inspeção periódica	
	Sim	Parcial	Não	Diretamente	Indiretamente	Não	Sim	Não	Sim	Não
1			X	X						
1	X									
2		X					X			
3			X		X		X		X	
4			X		X		X			
5			X		X			X	X	
5		X						X	X	
6			X		X			X		X
6		X						X		X
7			X			X	X		X	
8			X			X	X			X
9			X			X		X	X	
10			X			X		X		X

Tabela 5. Escores para medir a severidade da falha ( $E_s$ )

Escore	Severidade
1	Gera pequena inconveniência na operação
2	Não afeta as próximas etapas do processo e requer apenas ajuste na máquina
3	Pode afetar as próximas etapas do processo, não gerando necessidade de retrabalho ou reparo durante o próprio processo.
4	Pode afetar as próximas etapas do processo, gerando necessidade de retrabalho ou reparo durante o próprio processo.
5	Gera necessidade de retrabalho ou reparo com tempo inferior a 1 hora, após o processo
6	Gera necessidade de retrabalho ou reparo com tempo superior a 1 hora, após o processo
7	Impede a realização das próximas etapas do processo, com destruição parcial do material (inspeção 100%)
8	Impede a realização das próximas etapas do processo, com destruição total do material
9	Coloca em perigo o operador com aviso prévio da falha
10	Coloca em perigo o operador sem aviso prévio da falha

Tabela 6. FMEA para os sistemas “Processo” e “Equipamento” (segundo nível hierárquico)

Falha	Função	Modo Potencial da Falha	Efeito Potencial da Falha	Causa Potencial da Falha	$E_p$	$E_s$	$E_d$	RPN
A	Aplicação de adesivo	Produção reprovada	Produto aberto	Solenóide não responde	10	8	2	160
B	Aplicação de fragrância	Produção reprovada	Produto sem perfume	Solenóide não responde	10	8	7	560
C	Descarte	Parada de produção	Travamento processo posterior	Solenóide não responde	10	8	4	320
D	Emenda automática	Parada de produção	Ruptura da matéria prima	“Buffer” pequeno	10	8	2	160
E	Sistema de transporte	Parada de produção	Perda de sincronismo	Falta de vácuo no transporte	10	8	2	160
F	Sist. Eletr. de Controle	Queda de desempenho	Muitas paradas para manutenção	Tecnologia obsoleta	8	5	2	80

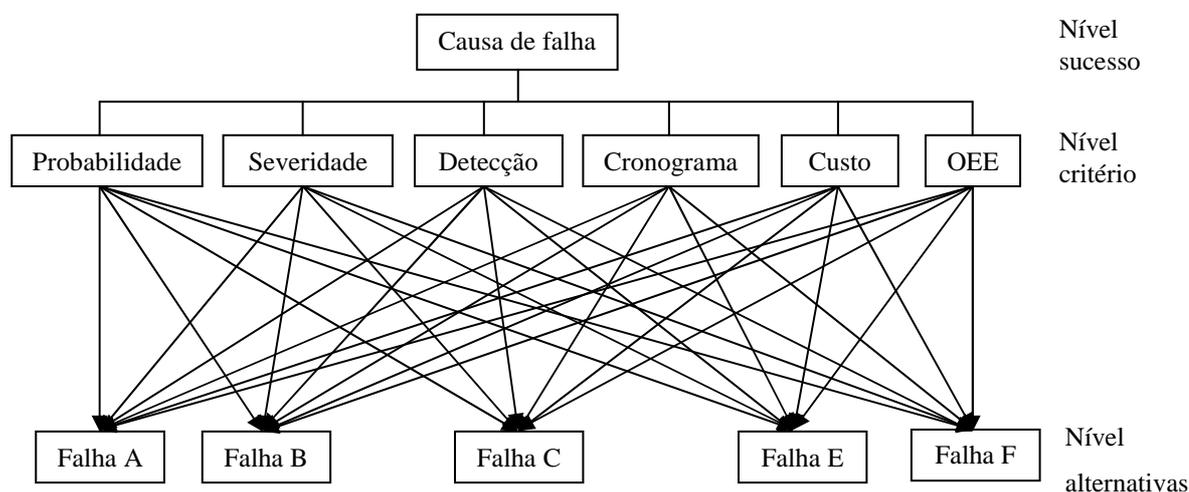


Figura 2. Representação diagramática das causas de falha na hierarquia do AHP

f) Usando-se os escores de julgamento do AHP, veja Tabela 1, foram construídas as matrizes de avaliação dos critérios “Cronograma”, veja Tabela 7, “Custo”, veja Tabela 8 e “OEE”, veja Tabela 9. Abaixo de cada matriz é apresentado o índice ( $I_R$ ) respectivo, todos eles menores que 0,1, indicando boa consistência nos julgamentos.

Tabela 7. Avaliação do impacto da falha sobre o critério Cronograma

Falha	A	B	C	D	E	F	Prioridade
A	1	1 / 5	1	1 / 7	1	1	0,064
B	5	1	3	1	3	3	0,272
C	1	1 / 3	1	1 / 9	1	1	0,069
D	7	1	9	1	7	7	0,451
E	1	1 / 3	1	1 / 7	1	1	0,071
F	1	1 / 3	1	1 / 7	1	1	0,071

Índice de razão de consistência ( $I_R$ ) = 0,02

Tabela 8. Avaliação do impacto da falha sobre o critério Custo

Falha	A	B	C	D	E	F	Prioridade
A	1	1	1	1 / 9	1	1	0,068
B	1	1	1 / 5	1 / 9	1 / 5	1 / 5	0,038
C	1	5	1	1 / 9	1	1	0,094
D	9	9	9	1	9	9	0,613
E	1	5	1	1 / 9	1	1	0,094
F	1	5	1	1 / 9	1	1	0,094

Índice de razão de consistência ( $I_R$ ) = 0,08

Tabela 9. Avaliação do impacto da falha sobre o critério OEE

Falha	A	B	C	D	E	F	Prioridade
A	1	1	5	1 / 3	5	5	0,237
B	1	1	5	1 / 3	5	5	0,237
C	1 / 5	1 / 5	1	1 / 3	1	1	0,064
D	3	3	3	1	3	3	0,335
E	1 / 5	1 / 5	1	1 / 3	1	1	0,064
F	1 / 5	1 / 5	1	1 / 3	1	1	0,064

Índice de razão de consistência ( $I_R$ ) = 0,08

g) Nesta etapa foi desenvolvida a matriz contendo as comparações emparelhadas dadas pela equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto aos seis critérios usados para avaliação do impacto da falha, veja Tabela 10.

Tabela 10. Avaliação dos critérios de prioridade

Critério	Probabilidade	Severidade	Detecção	Cronograma	Custo	OEE	Prioridade
Probabilidade	1	1 / 3	5	3	3	5	0,237
Severidade	3	1	7	5	5	7	0,454
Detecção	1 / 5	1 / 7	1	1 / 3	1 / 3	1	0,045
Cronograma	1 / 3	1 / 5	3	1	1	3	0,109
Custo	1 / 3	1 / 5	3	1	1	3	0,109
OEE	1 / 5	1 / 7	1	1 / 3	1 / 3	1	0,045

Índice de razão de consistência ( $I_R$ ) = 0,04

h) Utilizando os escores conferidos no desenvolvimento do FMEA, foram calculadas as respectivas prioridades de cada causa, veja Tabela 11.

Tabela 11. Prioridades obtidas usando-se os resultados do FMEA (dados na Tabela 6)

Critério	Probabilidade			Severidade			Detecção			
	Falha	Escore Abs.	Escore Relat.	Prioridade	Escore Abs.	Escore Relat.	Prioridade	Escore Abs.	Escore Relat.	Prioridade
A		10	10 / 58	0,172	8	8 / 45	0,178	2	2 / 19	0,105
B		10	10 / 58	0,172	8	8 / 45	0,178	7	7 / 19	0,368
C		10	10 / 58	0,172	8	8 / 45	0,178	4	4 / 19	0,211
D		10	10 / 58	0,172	8	8 / 45	0,178	2	2 / 19	0,105
E		10	10 / 58	0,172	8	8 / 45	0,178	2	2 / 19	0,105
F		8	8 / 58	0,138	5	5 / 45	0,111	2	2 / 19	0,105
Total		58	58 / 58	1	45	45 / 45	1	19	19 / 19	1

i) Nesta fase foi calculada a prioridade total considerando cada tipo de falha, cada critério de avaliação e as prioridades locais, veja Tabela 12a e Tabela 12b.

j) Finalmente as prioridades totais dadas a cada tipo de falha são sumarizadas em uma nova matriz e usadas para determinar o índice de prioridade final, veja Tabela 13.

Tabela 12a. Cálculo das prioridades totais para os critérios do FMEA

Probabilidade			Severidade				Não Detecção		
Falha	Prioridade Local	Índice Critério	Prioridade Total	Prioridade Local	Índice Critério	Prioridade Total	Prioridade Local	Índice Critério	Prioridade Total
A	0,172	0,237	0,041	0,178	0,454	0,081	0,105	0,045	0,005
B	0,172		0,041	0,178		0,081	0,368		0,017
C	0,172		0,041	0,178		0,081	0,211		0,010
D	0,172		0,041	0,178		0,081	0,105		0,005
E	0,172		0,041	0,178		0,081	0,105		0,005
F	0,138		0,033	0,111		0,050	0,105		0,005

Tabela 12b. Cálculo das prioridades totais para os critérios adicionais aos do FMEA

Cronograma			Custo				OEE		
Falha	Prioridade Local	Índice Critério	Prioridade Total	Prioridade Local	Índice Critério	Prioridade Total	Prioridade Local	Índice Critério	Prioridade Total
A	0,064	0,109	0,003	0,068	0,109	0,003	0,237	0,045	0,011
B	0,272		0,012	0,038		0,002	0,237		0,011
C	0,069		0,003	0,094		0,004	0,064		0,003
D	0,451		0,021	0,613		0,028	0,335		0,015
E	0,071		0,003	0,094		0,004	0,064		0,003
F	0,071		0,003	0,094		0,004	0,064		0,003

Tabela 13. Índice de prioridade final de cada critério

Falha	Probabilidade	Severidade	Detecção	Cronograma	Custo	OEE	Índice
D	0,041	0,081	0,005	0,021	0,028	0,015	0,190
B	0,041	0,081	0,017	0,012	0,002	0,011	0,163
A	0,041	0,081	0,005	0,003	0,003	0,011	0,143
C	0,041	0,081	0,010	0,003	0,004	0,003	0,142
E	0,041	0,081	0,005	0,003	0,004	0,003	0,137
F	0,033	0,050	0,005	0,003	0,004	0,003	0,098

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enquanto o MFMEA indica a falha D (Emenda automática) como a de maior criticidade, no FMEA este atributo é encontrado para a Falha B (Aplicação perfume), veja Tabela 14.

Tabela 14. Prioridades MFMEA/FMEA para criticidade da falha

MFMEA		Prioridade (maior) (menor)	FMEA	
Falha	Índice		Falha	RPN
D (Emenda automática)	0,190		B (Aplicação de fragrância)	560
B (Aplicação fragrância)	0,163		C (Descarte)	320
A (Aplicação de adesivo)	0,143		A (Aplicação de adesivo)	160
C (Descarte)	0,142		D (Emenda automática)	160
E (Sistema de transporte)	0,137		E (Sistema de transporte)	160
F (Sist. Elétrico de Controle)	0,098		F (Sistema Elétrico de Controle)	80

Embora a falha B tenha probabilidade de não detecção superior a da falha D, esta ultima é mais crítica do que a primeira nos critérios Custo, Cronograma e OEE o que explica a diferença encontrada.

O uso do MFMEA deixou explícita e quantificada a significativa importância destes três critérios (custo, prazo e eficiência global) para este novo projeto. Além disto, constatou-se que comparar critérios emparelhados é mais simples e intuitivo do que comparar contra um escore pré-estabelecido e a subjetividade existente nos julgamentos com a metodologia do FMEA é reduzida no MFMEA, graças ao Índice de Consistência que alerta quando existem visões discordantes sobre a avaliação.

Enquanto este artigo estava sendo preparado o equipamento foi preliminarmente ensaiado em vazio e os resultados deste teste indicaram deficiências de projeto nas emendas automáticas (falha D), ora sendo corrigidas antes que o equipamento seja entregue à produção. Inspeccionando a Tabela 13 percebe-se o forte impacto de tais falhas sobre o custo, se não previstas e corrigidas em tempo. Ações de mitigação ou de eliminação das falhas consideradas neste estudo estão em andamento e serão incluídas em uma próxima versão deste artigo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BRAGLIA, M. MAFMA: multi-attribute failure mode analysis, International Journal of Quality & Reliability International, v. 17, n. 9, p. 1017-1033, 2000.

BRETHAUER, D. M. New product development and delivery: ensuring successful products through integrated process management, American Management Association, 1<sup>st</sup> ed., 198 p., 2002.

CARBONE, T. A.; TIPPETT, D. D. Project risk management using the project risk FMEA, Engineering Management Journal; v. 16, n. 4, p. 28-35, Dec 2004.

COOPER, R. G., KLEINSCHMIDT, E. J. Benchmarking the firm's critical success factors in new product development, Journal of Product Innovation Management, v. 12, n. 5, p. 374-391, 1995.

COTNAREANU, T. Old tools–new uses: equipment FMEA, Quality Progress, p.48-52, Dec. 1999.

DEY, P. K. Decision support system for risk management: A case study, Management Decision, v.39, n.8; p.634-649, 2001.

HAUGHEY, D. Avoiding project failure – It's not rocket science, disponível em <<http://www.projectsart.co.uk>>, acesso em 22 de maio de 2009.

HANSEN, R. C., Overall Equipment Effectiveness, Ed. Industrial Press, 1<sup>st</sup> Ed., 288 p., 2002.

KERZNER, H. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling, John Wiley & Sons, Inc, 8th ed., 914 p., 2003.

MILLER, R., LESSARD, D. Understanding and managing risks in large engineering projects, International Journal of Project Management, v.19, p. 437–443, 2001.

MONTAGUE, D. F. Process risk evaluation-what method use?, Reliability Engineering and System Safety, v. 29, p. 37-45, 1990.

NEWELL, M. W. Preparing for the project management professional (PMP) certification exam, American Management Association, 2<sup>nd</sup> ed., 430 p., 2002.

PRICE, J. W. H. Simplified risk assessment, Engineering Management Journal, v. 10, n. 1, p. 19-24, Mar 1998.

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process, Ed. McGrawHill, New York, NY, 1980.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process, European Journal of Operational Research, v. 48, p. 9-26, 1990.

SEGISMUNDO, A., P. A. C. MIGUEL Failure mode and effects analysis (FMEA) in the context of risk management in new product development International Journal of Quality & Reliability Management, v. 25, n. 9, p. 899-912, 2008.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação, Laboratório de Ensino a Distância da UFSC - Florianópolis, 3ª Ed., 121 p., 2001.

STAMATIS, H. D.; Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from theory to execution, ASQ Quality Press; 2ª Ed., 300 p., 2003.

TARALLO, F. B.; AMARAL, D. C. Práticas e desafios na preparação da produção em projetos de novos produtos de higiene pessoal, Produção, v. 18, n. 3, p. 556-568, set./dez. 2008.

WHITE, D. FORTUNE, J. Current practice in project management - an empirical study, International Journal of Project Management, v. 20, p. 1-11, 2002.