



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL UTILIZANDO FMEA EM UMA EMPRESA DE PROCESSAMENTO DE CAFÉ NA REGIÃO DE LAVRAS – MG

Renata de Nazaré Vilas Bôas¹; Alexandre de Paula Peres

RESUMO

A planta do cafeeiro *Coffea arabica* é originária da África onde era conduzido em condições sombreadas. No Brasil a partir de 1727, encontrou condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo. Hoje o Brasil é o maior produtor e maior exportador mundial de café. Sendo o Estado de Minas Gerais, sozinho, responsável por 50,4% da produção nacional. Embora o setor de torrefação e moagem do café, não responda por elevados impactos sobre o meio ambiente, é uma atividade empresarial sujeita à legislação ambiental do setor e uma importante etapa do negócio cafeeiro. Diante disso, o FMEA pode ser uma referência para as empresas começarem a diagnosticar o risco ambiental causado por estas empresas. Esta metodologia foi empregada para diagnosticar diferenças quanto à preocupação ambiental e aos controles ambientais exercidos durante o processamento de café em uma empresa da região de Lavras – MG. Por meio da aplicação deste método, ações foram sugeridas de acordo com as mesmas, contribuindo para um processo mais sustentável e eficiente.

Palavras-chave: Café, Estudo de caso, FMEA, Gestão ambiental, Risco ambiental.

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT USING FMEA IN A COMPANY COFFEE PROCESSING IN THE REGION OF LAVRAS – MG

ABSTRACT

The coffee plant *Coffea arabica* is originally from Africa where it was conducted in shaded conditions. In Brazil, from 1727, found soil and climatic conditions favorable to its cultivation. Today Brazil is the largest producer and largest exporter of coffee. As the State of Minas Gerais, alone, accounted for 50,4% of national production. Although the sector of roasting and grinding coffee, do not respond to high impact the environment, is a business activity subject to environmental legislation in the sector and an important step in the coffee business. Thus, the FMEA can be a reference for companies to start to diagnose the environmental risk caused by them. This methodology was used to diagnose differences in environmental concern and environmental controls used during the processing of coffee in a company in the region of Lavras – MG. By applying this method, suggested actions were in accordance with them, contributing to a more sustainable and efficient.

Keywords: Coffee, Case study, Environmental management, Environmental risk, FMEA.

¹ Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Campus Universitário, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras-MG
revilasboas@yahoo.com.br; peres@dca.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e maior exportador mundial de café. Na safra 2006/2007, o país produziu 42,5 milhões de sacas de 60 kg, sendo metade da produção, 45,9% concentrada no estado de Minas Gerais (MAPA, 2007). Em 2007, as exportações foram de 28 milhões de sacas, que renderam ao país 3,9 bilhões de dólares (MAPA, 2007). A safra 2007/2008, estimada em dezembro, fechou em torno de 34,7 milhões de sacas devido à bialidade negativa (MAPA, 2007). A região sul, do estado de Minas Gerias, concentra um parque cafeeiro com cerca de 1,5 bilhões de pés, contribuindo com oito milhões de sacas em 2006/2007. Esta região produtora de café se caracteriza por áreas de topografia acentuada, pequenas propriedades e lavouras conduzidas com tratos culturais e colheita não mecanizada.

O segmento de torrefação e moagem da cadeia agroindustrial do café constitui-se das empresas instaladas no território nacional utilizada para o processamento do café destinado ao consumo interno e à exportação. Neste segmento participam grande presença de micro e empresas de pequeno porte, embora sejam as grandes empresas que respondem pela maior parte da produção nacional. Apenas uma pequena parte do

produto finalizado é destinada a exportação ficando a maioria distribuída entre as empresas varejistas, que finalizam o fluxo com a comercialização via consumidor (ABRANTES, 2006).

A torrefação é fundamental no preparo do fruto do cafeeiro antes de seu consumo. Entretanto durante a etapa de torrefação ocorre emissão de fumaça que pode ser tóxica e causar impactos sobre o meio ambiente e saúde pública, principalmente se a torrefadora se localiza no meio urbano.

Embora o setor de torrefação e moagem do café, não responda por elevados impactos sobre o meio ambiente, é uma atividade empresarial sujeita à legislação ambiental do setor e uma importante etapa do negócio cafeeiro e pode colaborar na conscientização dos demais setores da atividade produtiva.

Para Fernandes et al. (2009), o estudo da percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender melhor as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, anseios, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas.

A utilização do método FMEA (do inglês – Failure Mode and Effect Analysis) para avaliação do risco ambiental durante o

processo produtivo pode ser uma referência para os pequenos empresários começarem a diagnosticar o risco ambiental causado pelos mesmos. Além disso, a implantação de programas de gestão ambiental pode auxiliar a empresa a diminuir seus custos devido ao aumento da eficiência (HELMAN & ANDERI, 1995).

O objetivo deste trabalho constituiu em utilizar o método FMEA para avaliar os riscos ambientais em uma empresa de processamento de café na região de Lavras – MG.

Processo de torrefação e moagem do café

A produção de café brasileiro está concentrada em quatro estados: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná. O Estado de Minas Gerais, sozinho, é responsável por 50,4% da produção nacional (CONAB, 2008).

O Sistema agroindustrial do café é composto por todos os segmentos que estão ligados direta e indiretamente à produção, beneficiamento, transformação e consumo de produtos de origem agrícola. O segmento de torrefação e moagem é constituído das empresas instaladas no território nacional, sob a forma de sociedades cooperativas ou empresas comerciais, de propriedade individual ou societária, que detêm o parque industrial utilizado para o processamento do café

destinado ao consumo interno e à exportação (ABRANTES, 2006).

O processo de torrefação e moagem se dá com o recebimento e a limpeza dos grãos de café. Os grãos costumam chegar em sacos, que são esvaziados e descarregados em canouras de recepção destas canouras e por esteiras transportadoras, os grãos são enviados para equipamentos de limpeza, com a finalidade de eliminar pequenas pedras, pedaços de madeira, areia, etc (SEBRAE, 2007).

A torrefação dos grãos de café é uma autêntica arte, é um processo pirolítico (induzido pelo calor) que amplia a complexidade química do café. Café torrado em grão é o endosperma (grão) beneficiado do fruto maduro de diversas espécies do gênero *Coffea*, como *Coffea arábica*, *C. libérica* e *C. canephora* (*C. robusta*), submetido a tratamento térmico adequado até atingir o ponto de torra escolhido (GONZALEZ, 2004).

O processo de torrefação e moagem do café é, basicamente, o mesmo em todas as empresas do ramo. O que diferencia, em princípio, uma unidade da outra é a automatização do processo de envasamento (embalagem) e a cor final do produto (SEBRAE, 2007).

O processo de torrefação e moagem produz fumaça e resíduos voláteis e isso não pode ser lançado no meio ambiente de forma indiscriminada. Para solucionar esse

problema, basta que se instalem eliminadores de fumaça junto aos equipamentos (REVISTA CAFEICULTURA, 2008).

A poluição atmosférica gerada é resultado da queima de combustíveis fósseis como, por exemplo, carvão mineral e derivados do petróleo (gasolina e diesel), os quais são utilizados como energia para o processo. A queima destes produtos tem lançado uma grande quantidade de monóxido de carbono e dióxido de carbono (gás carbônico) na atmosfera. Estes dois combustíveis são responsáveis pela geração de energia que alimenta não só essas empresas, mas também, todo o setor industrial, elétrico e de transportes de grande parte das economias do mundo. Por isso, deixá-los de lado atualmente é extremamente difícil.

Além destes impactos, ocorre também, a sobra de material de embalagem, tanto do produto acabado quanto do café que chega para o processamento. Este material pode ser proveniente de falhas, não-conformidades ou simplesmente do restante de produção. O destino correto para ele é a reciclagem, mesmo que ocorra em pequenas quantidades.

Na atividade de torrefação e moagem de café, a lei mais pertinente é a Portaria nº326 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, de 30 de

Julho de 1997, instituiu o Regulamento Técnico sobre Condições Higiênicas Sanitárias de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.

O Método FMEA

O FMEA é um método analítico, padronizado, utilizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa. Consiste na identificação de todos os possíveis modos potenciais de falha e determina o efeito de cada uma sobre o desempenho de um sistema, seja este um produto, seja um processo. É um método de estudo das causas fundamentais dos problemas de produtos e, ou processos e tem como principal objetivo identificar e hierarquizar as falhas críticas, apontando o potencial de risco de cada uma e auxiliando a elaboração de um plano de ação para o bloqueio das falhas detectadas (HELMAN e ANDERI, 1995).

A gestão da qualidade, que pode ser vista ao mesmo tempo como uma função gerencial, uma disciplina acadêmica e uma área de pesquisa e desenvolvimento, vem passando, desde o início do século passado, por contínuos e gradativos aprimoramentos no tocante ao desenvolvimento e à aplicação de novos métodos gerenciais (PINHO, 2008).

Stamatis (1995) destacou que o principal objetivo do método é enfatizar a minimização da probabilidade de ocorrência da falha e de seu efeito e salientou como benefícios de sua utilização: melhoria da qualidade; segurança dos produtos e serviços; melhoria da imagem da empresa e sua competitividade; ajuda a aumentar a satisfação do cliente; reduz custo e tempo de desenvolvimento de produto; auxilia o diagnóstico de processos; e estabelece prioridades para implantação de ações corretivas. Essas ações contribuem para otimização do processo, tornando o produto competitivo no mercado.

A forma de apresentação da ferramenta FMEA é no formato de formulários físicos ou digitais. Nestes formulários reúnem-se todas as informações relevantes da ferramenta para facilitar no seu desenvolvimento, análise e interpretação (ABRAMOWICZ, 2013). As etapas para reunirem-se essas informações são: 1) avaliar os modos de falha conhecidos e potenciais; 2) identificar os efeitos de cada modo de falha e a sua respectiva severidade; 3) identificar as causas possíveis para cada modo de falha e a sua probabilidade de ocorrência; 4) identificar os meios de detecção do modo de falha e sua probabilidade de detecção; e 5) avaliar o potencial de risco de cada modo de falha e definir medidas para sua

eliminação ou redução. Isto é conseguido por ações que aumentem a probabilidade de detecção ou reduzam a probabilidade de ocorrência da falha. A severidade é um índice que não pode ser reduzido ou eliminado, pois depende apenas do nível de transtorno que o efeito da falha traz ao cliente. Para determinar-se o risco associado a cada modo de falha, multiplica-se a pontuação da severidade (S) pela ocorrência (O) e pela detecção (D). Para classificar os riscos, pode-se ter, por exemplo, uma escala que vai de 1 a 1000 pontos, sendo 1 um baixíssimo risco e 1000 um risco crítico ao cliente.

Ao identificar os possíveis efeitos de cada modo de falha, devem-se classificar os modos de falha quanto à severidade dos efeitos por eles causados. Ao definir as causas raízes das possíveis falhas, devem-se identificar os atuais meios de prevenção, que reduzem a probabilidade de ocorrência dessa falha. Com base nestas informações e históricos de ocorrência da falha, cada causa é classificada quanto a sua probabilidade de ocorrência. Ao identificar o meio de detecção do modo de falha, ou seja, a capacidade de identificá-la antes que o efeito final venha a ocorrer, deve-se associá-lo a um valor pré-determinado (ROSA; GARRAFA, 2009).

Aplicações da ferramenta FMEA, como apoio ao gerenciamento de

processos, têm sido relatadas por pesquisadores de diversas áreas. Destaca-se seu uso como suporte ao gerenciamento de riscos em serviços hospitalares (PAPARELLA, 2007). Welborn (2007) relata sua aplicação à avaliação de riscos associados para estratégia de terceirização. Hsiao (2002) propõe uma integração da FMEA ao QFD (quality function deployment), DFA (design for assembly) e AHP (analytic hierarchy process) para uma análise das falhas no projeto de um brinquedo. Price e Taylor (2002) relatam a aplicação da FMEA para estudo de falhas em sistemas complexos por meio da simulação. Sua aplicação na análise de falhas existentes em etapas de sistemas agroindustriais é relativamente recente (GARRAFA; ROSA, 2004).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 1. Formulário do FMEA.

Descrição das saídas – função	Tipo	Efeito do impacto ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles atuais	S O D A R	Controles ambientais – ações recomendadas
-------------------------------	------	-----------------------------	----------------------------	------------------	-----------	---

Fonte: Adaptado de Helman & Andery (1995).

De acordo com Zambrano & Martins (2007), as colunas deste formulário foram preenchidas da seguinte forma:

O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso. Este método pode ser escolhido quando se deseja saber como e por que um fenômeno ocorre. De acordo com Nogueira & Peres 2010, a definição de estudo de caso é: “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

O estudo de caso caracterizou-se por uma empresa de pequeno porte. Localizada na cidade de Lavras desde 1974, possui 10 funcionários. Tem como foco a produção de café torrado, com um processamento diário em torno de 1 tonelada de café.

No Quadro 1 é mostrado o formulário FMEA empregado neste estudo.

- a) descrição das saídas – função: foram descritas as saídas e a sua função durante o processo produtivo;
- b) tipo de impacto ambiental: os impactos ambientais que ocorrem cotidianamente na empresa estudada foram classificados

como “real” (R), por outro lado, os impactos que possam vir a ocorrer foram classificados como “potencial” (P);

c) efeito do impacto ambiental: foram descritos os meios envolvidos com o impacto ambiental, estes podem ser: a água, o solo e o ar;

d) causa do impacto ambiental: na maioria das vezes, foram descritos as causas do impacto ambiental, como exemplo o descarte incorreto dos resíduos e efluentes industriais;

e) controles atuais: foram descritos as atitudes que a empresa pesquisada adota para impedir que ocorra o impacto ambiental. Quando a empresa não adota nenhuma atitude para mitigar o impacto, esta coluna ficou em branco;

f) as colunas “S”, “O”, “D”, “A” e “R” representam a “severidade”, a “ocorrência”, a “detecção”, a “abrangência do impacto” e o “risco ambiental” ($R=S*O*D*A$);

g) controles ambientais – ações recomendadas: nesta coluna estão descritas

as ações que as organizações deveriam adotar para mitigar os impactos ambientais. Quando os “controles atuais” da organização forem julgados como eficazes para mitigar os impactos ambientais, não será recomendada nenhuma ação.

Para realizar uma análise dos riscos ambientais, utilizando o FMEA, foi necessário adaptar os índices de severidade, ocorrência e detecção do impacto ambiental, além disso, foi acrescentado o índice de abrangência o impacto. Nos Quadros 2, 3, 4 e 5 estão descritos os índices adotados. Adotou-se o índice de ocorrência igual 1 para os impactos ambientais potenciais.

Quadro 2. Classificações de severidade.

	Severidade do impacto ambiental	Classificação
Alta	Produtos muito danosos ao meio ambiente, que apresentam as características: corrosividade, reatividade, explosividade, toxicidade, inflamabilidade e patogenicidade	3
Moderada	Produtos danosos ao meio ambiente, que possuem longo tempo de decomposição, por exemplo: metais, vidros e plásticos. Também é considerada a utilização de recursos naturais	2
Baixa	Produtos pouco danosos ao meio ambiente,	1

que possuem curto tempo de decomposição, como papelão e tecidos

Quadro 3. Classificações de ocorrência de impactos ambientais reais.

	Ocorrência do impacto ambiental	Classificação
Alta	O impacto ambiental ocorre diariamente	3
Moderada	O impacto ambiental ocorre mensalmente	2
Baixa	O impacto ambiental ocorre semestralmente ou anualmente	1

Quadro 4. Classificações de detecção.

	Detecção do impacto ambiental	Classificação
Baixa	Para detectar o impacto ambiental é necessária a utilização de tecnologias sofisticadas	3
Média	O impacto ambiental é percebido com a utilização de medidores simples. Exemplos: hidrômetro e medidor de energia elétrica	2
Alta	O impacto ambiental pode ser percebido Visualmente	1

Quadro 5. Classificações de abrangência de impactos ambientais.

	Abrangência do impacto ambiental	Classificação
	O impacto ambiental ocorre fora dos limites da organização	3
	O impacto ambiental ocorre dentro dos limites da organização	2
	O impacto ambiental ocorre no local onde está sendo realizada a operação	1

As saídas analisadas foram: consumo de energia e água, consumo e armazenamento de lenha, embalagens de matérias-primas, insumos, embalagens com resíduos orgânicos, sujeira do chão de fábrica, água proveniente de pisos e

equipamentos, área de torrefação, fumaça e cinzas provenientes da caldeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados obtidos pelo formulário do FMEA, Quadro

6, é possível identificar que aplicação do FMEA pode ser dividido em subprocessos, que agregam tarefas ou atividades comuns, geralmente ao nível de um mesmo departamento ou setor. De acordo com Runciman et al. (2009), a melhoria no sistema é resultado de cultura, processos e

estruturas que estão relacionadas à prevenção de falha no sistema e à melhoria na qualidade e segurança.

O formulário do FMEA para o estudo de caso encontra-se no Quadro 6.

Quadro 6. Formulário FMEA: Aplicado a empresa de café.

Descrição das saídas – função	T	Efeito do impacto ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles atuais	S	O	D	A	R	Controles ambientais – ações recomendadas
Consumo de energia	R	Utilização dos recursos naturais	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos	Controle através de gráficos e tabelas	2	3	2	3	36	Melhoria contínua na minimização do consumo e na compra de novos equipamentos, preferir os que consomem menos energia elétrica
Consumo de água	R	Utilização dos recursos naturais	A água é utilizada no processo	Controle através de gráficos e tabelas	2	3	2	2	24	Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de água
Consumo e armazenamento da lenha	R	Utilização dos recursos naturais	A lenha é utilizada para alimentar a fôrnalha	A lenha utilizada é legalizada Existe um galpão onde a lenha é armazenada A controle de umidade na hora da compra da lenha de eucalipto	2	3	1	3	18	Busca de informações mais precisas sobre a lenha ecológica (lenha briquete)
Embalagens de matérias – primas, insumos, embalagens de papel e plástico	R	Contaminação do solo	Provenientes do processo	As embalagens são encaminhadas a empresa de coleta de lixo	2	3	1	3	18	As embalagens deve ser separadas de acordo com seus respectivos materiais e serem encaminhadas para reciclagem
Embalagens com resíduos orgânicos	R	Contaminação do solo	Provenientes do processo falho	As embalagens são encaminhadas a empresa de coleta de lixo	2	3	1	3	18	Minimização da geração dessas embalagens. Devem ser lavadas e então destinadas à reciclagem

Descrição das saídas – função	T	Efeito do impacto ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles atuais	S	O	D	A	R	Controles ambientais – ações recomendadas
Sujeira do chão de fábrica	R	Contaminação do solo e/ou da água	Proveniente do processo	Parte da sujeira é encaminhada a empresa de coleta de lixo e outra destinada em uma fossa séptica	2	3	1	3	18	Minimização da geração desta
Água proveniente da higienização de pisos e equipamentos	R	Contaminação da água	Proveniente de operações necessárias do processo	Destinada a uma fossa séptica	2	3	2	3	36	-
Fumaça da fornalha	R	Contaminação do ar	Proveniente da queima da lenha na fornalha	Possui um filtro catafuligem O filtro é limpo semanalmente	2	3	2	2	24	Controle na saída de gases Tipo de gases de combustão Planilha de controle dessa limpeza
Cinzas	R	Contaminação do solo e/ou da água	Proveniente da queima da lenha na fornalha	Coletado e encaminhado para empresa que utilizam em aplicação em solos de cultivo	2	3	2	2	24	-
Torrefação do café	R	Utilização dos recursos naturais Contaminação do ar	Provenientes da quantidade de lenha utilizada Forno desregulado	Verificação periódica da temperatura do forno Verificação da umidade dos grãos de café Limpeza periódica do torrador	2	1	2	2	8	Verificação da temperatura a cada 30 minutos Registro de controle da temperatura Registro de limpeza do torrador

Quanto à severidade, todas as entradas apresentaram índice moderado, caracterizado pela utilização de recursos naturais e de produtos danosos que possuem longo período de decomposição (plásticos, papéis, embalagens com resíduos orgânicos). Já nas saídas, a ocorrência esteve entre alta e baixa,

detectando impactos diários e semestralmente ou anualmente e demonstrando a necessidade de gerenciamento. A detecção dos impactos geralmente pode ser realizada visualmente, ou então, utilizando métodos simples, o que facilita o controle. Já a abrangência ocorre na maioria das saídas do processo

fora dos limites da empresa, fator preocupante.

No que diz respeito ao estudo de caso, a matriz FMEA pode ser a confirmação do caminho certo de se prevenir erros através da tentativa de identificar todas as maneiras que um processo ou subprocesso pode falhar, ou seja, os seus modos de falha, estimando a probabilidade de sua ocorrência e, então, tomando medidas para evitar que elas ocorram (NOGUEIRA et al., 2011).

Por produzir em uma maior escala, levando à maior geração de resíduos em potencial, faz com que a empresa tenha maior preocupação com os impactos ambientais causados, acarretando maior pressão tanto do mercado quanto dos órgãos fiscalizadores. No entanto, observam-se os controles necessários, verificando-se que existem controles na maioria das saídas, embora recomendações ainda tenham sido sugeridas.

4. CONCLUSÕES

No que diz respeito ao estudo de caso, a matriz pode ser a confirmação do caminho certo que a empresa está tomando quanto à preocupação em relação aos impactos ambientais e a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental.

O método FMEA pode ser utilizado como ferramenta de diagnóstico dos riscos gerados pelas empresas de torrefação,

moagem e distribuição de café de qualquer porte e também como ferramenta entre os mesmos, demonstrando as diferenças em relação à preocupação ambiental e a importância de um Sistema de Gestão Ambiental de acordo com as metas traçadas pelas empresas.

5. REFERÊNCIAS

- ABRAMOWICZ, P. Desenvolvimento de um sistema de tratamento de não conformidade de auditorias em uma Indústria Farmacêutica. IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 12p., 2013.
- ABRANTES, L. A. Perfil Estratégico e Competitivo do Segmento de Torrefação e Moagem de Café em Minas Gerais. XLIV CONGRESSO DA SOBER. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. 2006.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira Café: segunda estimativa, maio/2009. Brasília: CONAB, 2008.
- FERNANDES, R. S.; SOUZA, V. J.; PELISSARI, V. B.; FERNANDES, S.T. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. Disponível em: http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/Percepcao_Ambiental.pdf. Acesso em 10/08/2016.
- FUNCAFÉ – **Fundo de Defesa da Economia Cafeeira**. Relatório de atividades. 2008, 101p.
- GILCHRIST, W. Modeling failure modes and effects analysis. International Journal of Quality & Reliability

- Management, Bradford, v. 10, n. 5, p. 16-24, 1993.
- GONZALEZ, E. A. S. Qualidade do Café. Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro. 2004.
- HELMAN, H.; ANDERY, P.R.P. **Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA - FTA)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- HSIAO, S.W. Concurrent design method for developing a new product. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 29, n. 1, p. 41-55, 2002.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) **Informe estatístico do café**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/SERVICOS/>
- PORTAL_AGRONEGOCIO_CAFE/POR T_AGRO_CAFE_REL_ESTATI STICAS/INFORME%20CAF%C 9%20-%20SETEMBRO- 09_0.XLS. Acesso em 10/08/2016.
- PAPARELLA, S. Failure mode and effects analysis: a useful tool for risk identification and injury prevention. **Journal of Emergency Nursing**, v. 33, n. 4, p. 367-371, 2007.
- NOGUEIRA, A.C.; PERES, A.P. Comparação entre duas Matrizes FMEA aplicadas em Laticínios de Lavras-MG. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v.7, n.3 p. 178-189, 2010.
- NOGUEIRA, A.C.; PERES, A.P.; CARVALHO, E.M. Avaliação do risco ambiental utilizando FMEA em um Laticínio na região de Lavras-MG. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 1, 2011.
- PINHO, L. A.; GOMES, S. M. S.; PINHO, W. A.; AZEVEDO, T. C. FMEA: análise do efeito e modo de falha em serviços – uma metodologia de prevenção e melhoria dos serviços contábeis. **ABCustos Associação Brasileira de Custos - Vol. III n° 1 - jan/abr 2008**. Disponível em: <http://www.unisinos.br/abcustos/_pdf/51.pdf>. Acesso em: 24 de Janeiro de 2016.
- PRICE, C. J.; TAYLOR, N. S. Automated multiple failure FMEA. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 76, n. 1, p. 1-10, 2002.
- REVISTA CAFEICULTURA. **Como montar uma torrefação de café**. 2008. Disponível em: www.revistacafeicultura.com.br. Acesso em 10/08/2016.
- ROSA, L.C.; GARRAFA, M. Análise dos modos de falha e efeitos na otimização dos fatores de produção no cultivo agrícola: subprocesso colheita da canola. **Gestão & Produção**, v.16, n.1, p.63-73, 2009.
- RUNCIMAN, W.; HIBBERT, P.; THOMSON, R.; VAN DER SCHAAF, T.; SHERMAN, H.; LEWALLE, P. Towards an International Classification for Patient Safety: key concepts and terms. **International Journal for Quality in Health Care**, v. 21, n.1, p. 18-26, 2009.
- SEBRAE, Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo. **Torrefação de Café**. 2007. 67p.
- STAMATIS, D. H. **Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution**. Wisconsin: ASQ Quality Press, 1995. 494p.
- ZAMBRANO, T.F.; MARTINS, M.F. Utilização do Método FMEA para avaliação do risco ambiental. **Gestão & Produção**, v.14, n.2, p.295-309, 2007.