

VI-015 - PROPOSTA DE METODOLOGIA UTILIZANDO O FMEA PARA PRIORIZAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS

Leonardo Barboza Fernandes Pereira

Gestor Ambiental, graduado na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Marcelo Oliveira Caetano⁽¹⁾

Professor Doutor dos Cursos de Graduação em Engenharia Civil, Ambiental e Gestão Ambiental da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Luciana Paulo Gomes

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Endereço⁽¹⁾: Laboratório de Saneamento Ambiental (C01 214) - Av. Unisinos, 950 – Cristo Rei – São Leopoldo - RS - CEP: 96022-000 - Brasil - Tel: +55 (51) 3592-1122 – R.1699 e-mail: mocaetano@unisinos.br

RESUMO

O levantamento dos aspectos e impactos ambientais consiste na principal atividade dentro do Sistema de Gestão Ambiental. No entanto, um dos problemas relacionados refere-se a dificuldades de definição dos aspectos ambientais significativos. Assim, esta pesquisa propõe critérios alternativos de análise dos riscos ambientais para indicar as prioridades de ação, utilizando como base as diretrizes da metodologia de Análise do Modo e Efeito da Falha - FMEA. Para isso utilizou-se um método comparativo e uma pesquisa documental, buscando referencial teórico e registros para reelaboração dos conteúdos. Foram coletadas informações de sete empresas de diferentes segmentos econômicos, referentes aos índices de risco ambientais calculados através da metodologia da FMEA, com base no levantamento dos aspectos e impactos ambientais. As organizações atuam nos ramos metal-mecânico, plástico e borracha, ensino superior, Kits para Diagnósticos, têxtil e marmoraria. Os resultados mostraram que a comparação entre os trabalhos da literatura com os novos critérios propostos (Metodologia SODA) inverteu a priorização dos aspectos / impactos ambientais. Por exemplo, prevaleceu, na maioria dos casos, a geração de resíduos sólidos classe I - Perigoso em comparação com outros aspectos ambientais como consumo de água e energia elétrica. Como isso, verificou-se que a principal contribuição da pesquisa e metodologia SODA está na facilidade de aplicação, bem como a flexibilidade e capacidade de priorizar os aspectos mais relevantes para aquela organização. Conclui-se assim que a metodologia SODA é indicada para organizações que desejam realizar uma priorização dos aspectos e impactos ambientais usando como critério o risco ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Aspectos ambientais, impactos ambientais, análise de risco, FMEA

INTRODUÇÃO

O levantamento dos aspectos e impactos ambientais consiste na principal atividade dentro do Sistema de Gestão Ambiental. O propósito é inventariar os riscos que os processos e as atividades oferecem ao meio ambiente e a vizinhança (SEIFFERT, 2007).

Como não há um padrão de metodologia de levantamento de riscos, cada organização “inventa” a sua avaliação. No geral, a maioria segue a metodologia que envolve Matriz de Riscos e/ou Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA). Assim, um aspecto/impacto é considerado significativo quando abrange, por exemplo, uma faixa pré-determinada em que há a multiplicação da severidade pela frequência de um aspecto/impacto ambiental.

A questão é, um aspecto ambiental emergencial (incêndio) aonde a frequência/probabilidade de ocorrência é bem pequena (igual a 1, por exemplo), multiplicada por uma severidade ou dano que provavelmente será alta (por exemplo igual a 5), daria um grau de risco igual a 5. Comparando a um aspecto ou impacto ambiental de rotina (por exemplo, uso de energia elétrica), aonde a frequência seja diária (por exemplo, igual a 5) e severidade baixa (por exemplo, igual a 1), o grau de risco numericamente será igual a 5 também.

Esta comparação mostra que mesmo que um risco de emergência seja muito diferente de um risco de rotina, o grau de risco de ocorrência do aspecto/impacto ambiental é igual. O que não deveria ser verdade. A prioridade de atendimento e/ou controle deveria ser diferente. E isto é o que ocorre na maioria dos levantamentos de aspectos e impactos ambientais nas organizações com o uso destas metodologias reconhecidas.

Assim, esta pesquisa propõe critérios alternativos de análise dos riscos ambientais para indicar as prioridades de ação, utilizando como base as diretrizes da metodologia de Análise do Modo e Efeito da Falha - FMEA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, utilizou-se um método comparativo e uma pesquisa documental, buscando referencial teórico e registros para reelaboração dos conteúdos. Foram coletadas informações de sete empresas de diferentes segmentos econômicos, referentes aos índices de risco ambientais calculados através da metodologia da FMEA, com base no levantamento dos aspectos e impactos ambientais. As organizações atuam nos ramos metal-mecânico, plástico e borracha, ensino superior, Kits para Diagnósticos, têxtil e marmoraria.

Foi elaborada uma planilha comparativa de análise do tipo de metodologia utilizada e o número de aspectos ambientais identificados por cada empresa estudada. A proposta desta etapa foi identificar as metodologias utilizadas por cada empresa para definir a significância e priorização dos aspectos e impactos ambientais. Foram analisadas, então, as semelhanças entre avaliações de aspectos e impactos ambientais e conclusões a respeito destes.

Com base no IQA (2008) e conforme os estudos de Campani et al. (2006), Andrade e Turroni (2000), entre outros, foi proposto uma metodologia para avaliação de risco ambiental e definição dos aspectos ambientais significativos. Isto foi avaliado de quatro maneiras, severidade (S) que avalia a gravidade do impacto do problema, ocorrência (O) que determina com que frequência a causa do problema ocorre, detecção (D) que informa a capacidade dos controles para detectar a causa do problema e abrangência (A) que define o raio de atuação do impacto do problema, denominado com a sigla SODA.

A priorização foi definida com base na combinação não aritmética, ou seja, as notas atribuídas a cada critério são inseridas lado a lado (em série) determinando o valor do risco ambiental através do índice de SODA. A priorização dos cenários é definida, em primeiro por severidade, em segundo por ocorrência, terceiro por detecção e finalmente por abrangência, por exemplo:

<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>SODA</i>
3	2	2	1	3221

A escolha da severidade como primeiro critério deve-se ao próprio conceito que define severidade como sendo o efeito mais grave para um dado problema.

As classificações desenvolvidas por esta pesquisa de severidade, ocorrência, detecção e abrangência estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1: Metodologia adotada para SODA

Classificação	Conceito	Escala
Severidade	Efeito mais grave para um dado impacto ambiental.	Escala de 1 a 3, sendo atribuído o valor máximo aos efeitos mais danosos para o meio ambiente.
Ocorrência	Número de vezes que acontece um impacto ambiental causado por um determinado aspecto ambiental significativo.	Escala de 1 a 3, sendo atribuído o valor máximo quando o impacto ambiental ocorre com grande frequência.
Detecção	Grau de facilidade em identificar o surgimento e/ou ocorrência de um impacto ambiental.	Escala de 1 a 3, sendo atribuído o valor mínimo quando a percepção de um impacto ambiental é visual sem necessidade de auxílios visuais ou instrumentos de medição simples ou tecnológicos.
Abrangência	Extensão das consequências de um impacto ambiental e a facilidade de reversão do dano causado ao meio ambiente.	Escala de 1 a 3, sendo atribuído o valor máximo quando as consequências de um impacto ambiental ultrapassam os limites locais e da vizinhança.

Com aplicação da nova metodologia todos os aspectos ambientais que apresentarem risco ambiental com valores iguais ou superiores a 3111 pontos serão classificados como significativos. Este valor foi adotado em função do critério da severidade alto combinado com um fator de ocorrência médio dos impactos ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE COMPARATIVA DAS METODOLOGIAS UTILIZADAS PELAS EMPRESAS ESTUDADAS

A Tabela 2 apresenta a comparação entre as metodologias utilizadas pelas empresas estudadas para definição e priorização dos riscos ambientais encontrados nos respectivos processos.

Tabela 2: Comparação entre as metodologias utilizadas pelas empresas pesquisadas

UNIDADE DE ANÁLISE	METODOLOGIA UTILIZADA	TOTAL DE ASPECTOS	Nº DE ASPECTOS SIGNIFICATIVOS
UFRGS (salas de aula/gabinetes/área administrativa e banheiros). G = gravidade O = ocorrência D = detecção F = facilidade de implantação	Produto de: G x O x D x F (G: 1 – 10) (O: 1 – 10) (D: 1 – 10) (F: 1 – 10) Escala entre 1 a 10.000	09 aspectos ambientais identificados	Não define significância, apenas ordem de priorização dos aspectos ambientais.
Empresa de Plástico e borracha – São Carlos – SP S = severidade O = ocorrência D = detecção A = abrangência	Produto de: S x O x D x A (S: 1 – 3) (O: 1 – 3) (D: 1 – 3) (A: 1 – 3) Escala entre 1 a 81	09 aspectos ambientais identificados	Não define significância, apenas ordem de priorização dos aspectos ambientais.
Empresa metal mecânica – São Carlos – SP S = severidade O = ocorrência D = detecção A = abrangência	Produto de: S x O x D x A (S: 1 – 3) (O: 1 – 3) (D: 1 – 3) (A: 1 – 3) Escala entre 1 a 81	14 aspectos ambientais identificados	Não define significância, apenas ordem de priorização dos aspectos ambientais.
Empresa alimentícia – São Carlos – SP S = severidade O = ocorrência D = detecção A = abrangência	Produto de: S x O x D x A (S: 1 – 3) (O: 1 – 3) (D: 1 – 3) (A: 1 – 3) Escala entre 1 a 81	11 aspectos ambientais identificados	Não define significância, apenas ordem de priorização dos aspectos ambientais.
Empresa têxtil – São Carlos – SP S = severidade O = ocorrência D = detecção A = abrangência	Produto de: S x O x D x A (S: 1 – 3) (O: 1 – 3) (D: 1 – 3) (A: 1 – 3) Escala entre 1 a 81	10 aspectos ambientais identificados	Não define significância, apenas ordem de priorização dos aspectos ambientais.
Empresa kits para diagnósticos – São Carlos – SP S = severidade O = ocorrência D = detecção A = abrangência	Produto de: S x O x D x A (S: 1 – 3) (O: 1 – 3) (D: 1 – 3) (A: 1 – 3) Escala entre 1 a 81	09 aspectos ambientais identificados	Não define significância, apenas ordem de priorização dos aspectos ambientais.
Empresa marmoraria – São Carlos – SP S = severidade O = ocorrência D = detecção A = abrangência	Produto de: S x O x D x A (S: 1 – 3) (O: 1 – 3) (D: 1 – 3) (A: 1 – 3) Escala entre 1 a 81	08 aspectos ambientais identificados	Não define significância, apenas ordem de priorização dos aspectos ambientais.

Comparando as empresas percebe-se que todos os autores usaram a metodologia tradicional empregada em FMEAs para definição e priorização das ações. Na metodologia tradicional é usual utilizar o produto da combinação dos critérios definidos, para compor o valor do risco ambiental para posteriormente auxiliar na escolha das prioridades.

Basicamente todas as organizações utilizaram o produto da combinação entre severidade, ocorrência, detecção e abrangência. Somente a UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – utilizou como fator F (facilidade de implantação) como critério de classificação e não utilizou o fator da abrangência na composição do cálculo.

Na investigação dos trabalhos verificou-se que não foi definido um valor limite para caracterização dos aspectos ambientais significativos. Sendo assim, não foram identificados os aspectos ambientais significativos, mas somente há uma priorização de ações sobre a combinação aritmética mais alta.

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE RISCOS AMBIENTAIS A PARTIR DO FMEA

Nesta etapa elaborou-se uma proposta alternativa para ordenação do índice de prioridade dos riscos ambientais, assim como a identificação dos aspectos ambientais significativos.

A proposta foi à utilização da metodologia da FMEA para priorização do RA (risco ambiental) com uso da combinação não aritmética das classificações de severidade (S), ocorrência (O), detecção (D) e abrangência (A) denominada pela sigla SODA. No Quadro 1 segue exemplo dessa alternativa.

Quadro 1: Contraste entre combinação aritmética e não aritmética

S	O	D	A	RA (tradicional)	SODA (alternativo)
7	7	3	1	147	7731
7	3	7	1	147	7371
3	7	7	1	147	3771

Conforme o Quadro 1 se verifica que o resultado apresenta cenários muito diferentes, para os mesmos critérios de pontuação. Observando cada uma das linhas do quadro, pode-se notar que, um aspectos ambiental que possua severidade 7 (ver linha 1) possui mesma significância que um impacto ambiental com severidade 3 (linha 3). Isto ocorre devido ao critério de avaliação considerar a multiplicação e/ou soma dos elementos.

A questão é que, será que um impacto ambiental com severidade 3 deve ser tão significativo quanto aquele com severidade 7? O que é pior, um impacto ambiental pouco severo, mas muito frequente, ou um impacto ambiental muito severo, porém pouco frequente?

Neste contexto que a proposta de indicar um dos critérios como o mais importante é apenas unir as notas ao invés de multiplicar ou somar, se diferencia de todas as empresas estudadas.

Neste trabalho, então, foi estabelecido que a priorização do risco ambiental classifica-se primeiro pela maior combinação não aritmética da severidade, ocorrência, detecção e abrangência, priorizando em primeiro por severidade, em seguida por ocorrência, detecção e finalmente por abrangência.

ANÁLISE COMPARATIVA DA METODOLOGIA PROPOSTA EM RELAÇÃO A METODOLOGIA UTILIZADA PELAS EMPRESAS ESTUDADAS

A Tabela 3 mostra o resumo dos resultados para todas as empresas estudadas. Indica-se todos os aspectos/impactos ambientais significativos após a aplicação da metodologia SODA.

Tabela 3: Apresentação dos aspectos significativos após aplicação da SODA

Empresa	N ° total de aspectos identificados	N ° total de aspectos significativos identificados pelo modelo SODA	Quais são?
Plástico e borracha	9	2	Embalagem do estabilizante de sais de chumbo; Óleo lubrificante utilizado na extrusora
Mecânica	14	5	Óleo de corte desperdiçado Estopa (tecido) + óleo de corte Protetor auditivo (plástico) Óleos de corte que já não podem ser reaproveitados Vazamento de óleo da embalagem
Alimentícia	11	2	Óleo mineral utilizado como lubrificante Vazamento de óleo lubrificante da embalagem
Têxtil	10	2	Resíduo da queima de óleo da caldeira Vazamento da embalagem do óleo utilizado na caldeira
Kits p/ Diagnósticos	9	6	Equipamentos de proteção individual: luvas, óculos, toucas e máscaras Embalagens do insumo: Antígeno - garrafas plásticas ou de vidro Queda e rompimento da garrafa plástica que contém o antígeno Rejeitos dos testes de controle de qualidade dos kits Kits com prazo de validade vencido Equipamentos de proteção individual: jalecos de manga longa
Marmoraria	8	0	----
Educação	12	0	----

Na maioria dos dados analisados por esta pesquisa, verificou-se a inversão da priorização dos aspectos ambientais. Aspectos relacionados a resíduos classe I, por exemplo, após aplicação da metodologia SODA, passaram a ocupar prioridade 1 nas avaliações. Outros aspectos como consumo de energia e água, anteriormente analisado como prioridade 1 (significativos), passaram, em diversos casos e ramos de atividades, a ocupar posições de não significativos. Um exemplo destas alterações pode ser visualizado nas Figuras 1 e 2, sendo que a primeira mostra a avaliação anterior ao SODA e a Figura 2 após aplicação do SODA para empresa de Têxtil.

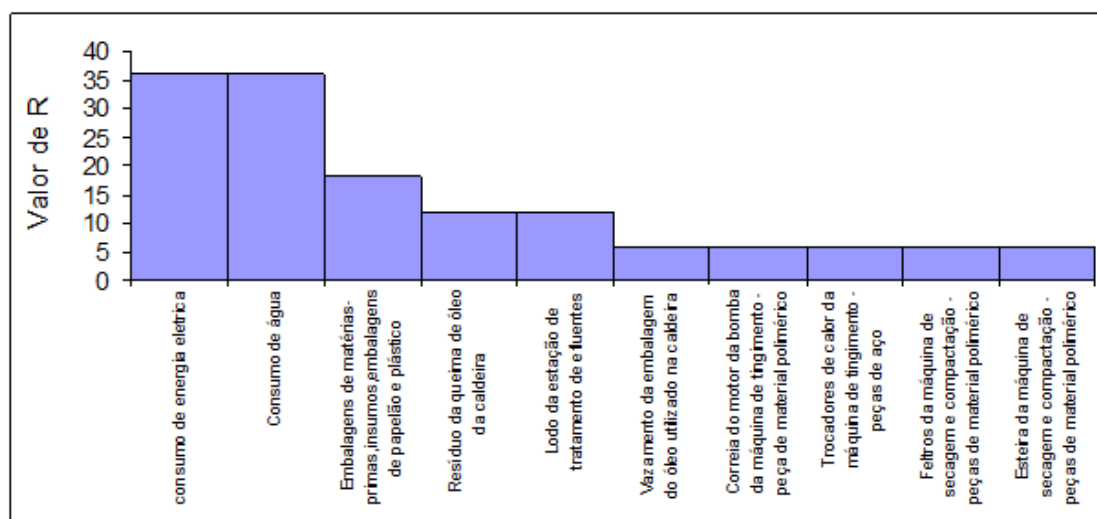


Figura 1: LAIA encontrado na literatura

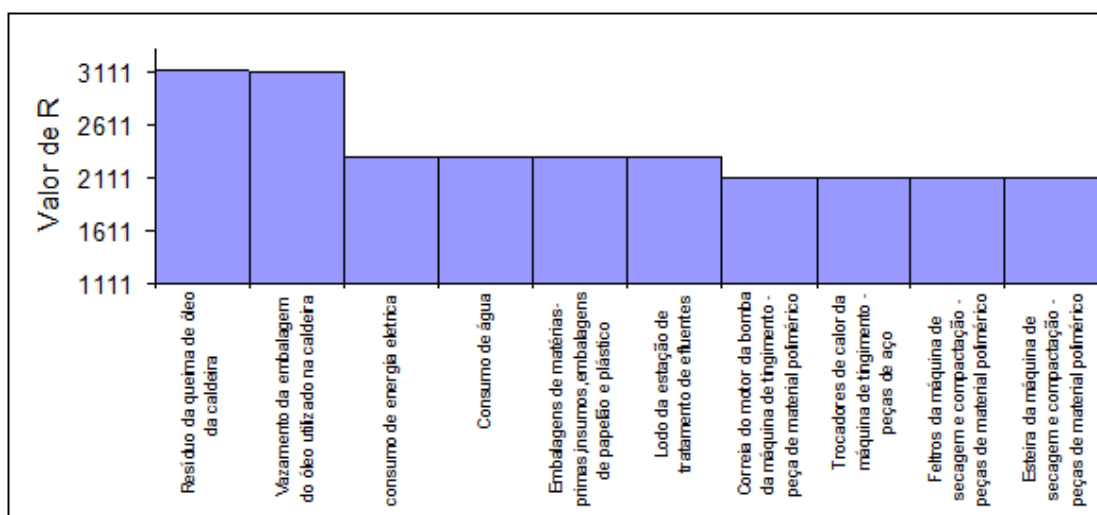


Figura 2: LAIA após aplicação da SODA

CONCLUSÕES

As questões problema relacionada a este trabalho foram avaliadas e respondidas na medida em que se aplicou a metodologia proposta. Verificou-se assim que o fator subjetividade não foi eliminado totalmente da avaliação. Entretanto a nova metodologia mostrou uma forma de priorizar mais coerente com os níveis de impactos ambientais de cada empresa. Por exemplo, em uma empresa de estamparia o consumo de água deve ser considerado mais significativo do que o aspecto ambiental geração de resíduo classe I - Perigoso? A resposta é depende. Nesse sentido é que o novo critério desenvolvido por este trabalho contribuiu. A fórmula SODA e a definição do critério por severidade e ocorrência foram os elementos que possibilitaram uma nova abordagem de classificação de risco ambiental.

Quanto aos objetivos da pesquisa, foram estudados e propostos critérios alternativos para análise dos riscos ambientais de forma a priorizar as ações ambientais da organização. Para isso utilizou-se a metodologia reconhecida do FMEA e diversos estudos revistos na bibliografia.

A comparação entre os trabalhos da literatura com os novos critérios propostos mostrou que houve uma inversão na priorização dos aspectos e impactos ambientais. Por exemplo, prevaleceu, na maioria dos casos, a geração de resíduo sólido classe I - Perigoso sobre o consumo de água e energia elétrica.

Uma exceção ao aplicar a SODA está relacionada à matriz de levantamento de aspectos e impactos ambientais da UFRGS. Ao analisar os dados não foram percebidas mudanças de priorização do risco ambiental. Isto ocorre devido a, principalmente, não haver presença de geração de resíduos classe I - Perigoso e/ou outro aspecto ambiental classificado como severo. A avaliação do trabalho foi relacionada a salas de aula/gabinetes/áreas administrativas.

Com isso, cabe ressaltar, no entanto e assim como em qualquer metodologia de levantamento e análise de aspectos e impactos ambientais elaborados nas empresas, que o “novo” critério SODA não é a prova de falhas e ainda não pode ser generalizado para toda empresa, ou seja, a aplicação deve ser avaliada a realidade de cada local, cada empresa.

Exemplos em relação a isto podem ser verificados a seguir:

- Utilizar a severidade como critério principal para empresas (combinação SODA) que possuem riscos de grande explosão como em refinarias, por exemplo. Também aquelas que possuem geração de resíduos perigosos e altamente impactantes;
- Utilizar abrangência como critério principal para empresas (ASOD) de transporte de produtos químicos, por exemplo, em que realizam movimentação de cargas a grandes distâncias.

Ou seja, a principal contribuição da pesquisa e metodologia SODA está na facilidade de aplicação, bem como a flexibilidade e capacidade de priorizar os aspectos ambientais mais relevantes para aquela organização. Inclusive dentro da própria empresa, dependendo do setor e/ou área em que se está avaliando o impacto ambiental, pode-se ter diferentes combinações. Ora priorizando a severidade, ora a frequência e assim por diante.

Com isso, a metodologia SODA é indicada para organizações que desejam realizar uma priorização dos aspectos e impactos ambientais usando como critério o risco ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, Mônica; TURRIONI, João Batista. Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através da utilização do FMEA. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?q=FMEA+aspectos+ambientais&hl=pt-BR&btnG=Pesquisar&lr=>>>. Acessado em 07/09/2011.
2. CAMPANI, Darci Barnech et al. Implementação do sistema de Gestão Ambiental no prédio da Engenharia Mecânica - UFRGS. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?q=FMEA+aspectos+ambientais&hl=pt-BR&btnG=Pesquisar&lr=>>>. Acessado em 07/09/2011.
3. INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA (I.Q.A). Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial. 4. ed. Brasil. 2008.
4. SEIFFERT, Mari. ISO 14001 sistemas de gestão ambiental: implementação objetiva e econômica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.