INTEGRAÇÃO DE TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E ANÁLISE MULTI CRITÉRIO À ANÁLISE DE FALHAS

# Helvio Pessanha Guimarães Santafé Júnior - Mestrando

Universidade Estadual do Norte Fluminense – santafe@uenf.br

# Helder Gomes Costa – DSc

Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF - hgc@uenf.br - Tel: 55 024 7263730

TEM/TCE/CTC - Universidade Federal Fluminense - Tel: 55 021 620 7070

# Assed Naked Haddad – DSc

Universidade Federal do Rio de Janeiro - assed@civil.ee.ufrj.br

Universidade Federal Fluminense

### Abstract

This paper proposes an original methodology developed in order to classify risks. Integrates the knowledge and concepts related to risk management and multicriteria decision making (MCDM) as a tool to capture qualitative measurement in which the problem is embedded. It is useful in environments where probability methods usage are not available.

Área: Ergonomia e Segurança do Trabalho.

Key words: Risk analysis; MCDM; ELECTRE.

**1 - Introdução**

Observa-se no panorama mundial, que profissionais de diferentes áreas de atuação têm buscado o uso de métodos científicos eficazes e eficientes no âmbito da Análise de Riscos. A título de exemplo citam-se aqui as seguintes áreas de atuação destes profissionais: segurança, seguro, meio-ambiente.

Dentre os problemas existentes neste contexto, destaca-se o da classificação do risco em relação a padrões pré-estabelecidos. A figura 1 ilustra este problema.

**?**

### A

### B

### X

### C

### D

### E

### Figura 1 - Classificação do Risco do “objeto” “x” em uma escala de padrões alfabéticos

Objetivando contribuir para a resolução deste problema, no presente trabalho propõe-se uma metodologia alternativa para a classificação da Probabilidade do Risco. Esta metodologia está fundamentada na integração dos conceitos do Auxílio Multicritério à Decisão(AMD) à Técnica de Gerenciamento de riscos, para o tratamento deste problema.

A seguir, no presente artigo, apresentam-se alguns conceitos no âmbito da Análise de Risco e do Auxílio Multicritério à Decisão. E, finalmente a proposta de integração destas técnicas, juntamente com um exemplo de aplicação da integração das mesmas.

**2.0 – Gerenciamento de Riscos**

O gerenciamento de risco é o ato de identificar e classificar situações de risco, para posterior tomada de decisões, que minimizem o efeito adverso que perdas acidentais possam ter sobre uma organização. Em relação a perdas acidentais , estas vão desde uma pequena avaria em um equipamento até um incêndio de grandes proporções.

O processo de gerenciamento de riscos estrutura-se nas seguintes etapas: i) identificação de riscos, ii) análise de risco, iii) avaliação de risco, iv) tratamento de risco.

1. Identificação de riscos : envolve o conhecimento do processo produtivo e os possíveis tipos de problemas que um acidente no mesmo acarretariam à organização.
2. Análise de risco: identifica as ferramentas que podem ser utilizadas para avaliação e tratamento de risco, permitindo que estas atividades sejam realizadas com um elevado nível de profissionalismo. Conforme reportado em Morgado(1995) algumas das ferramentas mais utilizadas neste contexto são:
3. Série de Riscos(SR) .
4. Análise Preliminar de Risco(APR) .
5. Analise da Modos de Falhas e Efeito(AMFE).
6. Técnicas de Incidentes Críticos(TIC).
7. Análise de Árvore de Falha (AAF) .
8. What If / Check List (WIC).
9. Estudo de Operabilidade e Risco(HAZOP) .
10. Avaliação de riscos: uma vez identificados os riscos e escolhidas as ferramentas para avaliação do mesmo, avalia-se seu impacto: financeiro, econômico, social e ambiental na organização. Esta etapa é um exercício orientado para classificação do risco e para a quantificação da probabilidade de ocorrência do mesmo. Assim sendo, avalia-se as conseqüências que a ocorrência do mesmo podem acarretar para a região e para aqueles que dependem direta e indiretamente da organização produtiva.
11. Tratamento de riscos: Com a identificação, análise, avaliação e classificação dos riscos, desenvolve-se um conhecimento sobre a vulnerabilidade da organização. Neste estágio identifica-se as formas possíveis de se tratar os riscos, determinando-se então o tratamento adequado para os mesmos, buscando:
12. Evitar a consumação do risco
13. Reduzir as possibilidades para que o risco se consuma
14. Assumir o risco por auto adoção
15. Transferir o risco a terceiros
16. Contratar seguros

Ainda no contexto do gerenciamento de riscos são definidos os seguintes termos:

Assumir um risco por auto adoção: quando em uma empresa não constitui-se uma reserva, como um fundo para cobrir uma eventual perda.

Transferir riscos a terceiro: acordo firmado entre a organização e terceiro, pelo qual este compromete-se a indenizar prejuízos sofridos pela organização. Uma das maneiras de se conseguir isto, é pela transferência contratual para financiamento de risco.

Contratar seguros: obtenção de uma apólice de seguro peça empresa, segundo a qual a empresa adquire o direito de receber indenização caso venha sofrer um determinado prejuízo, que tenha ocorrido de acordo com os termos da apólice.

Após os riscos terem sidos identificados, analisados, avaliados e tratados, estes podem ser classificados.

**2.1 Classificação dos riscos**

Conforme reportado em Morgado (op. cit.), no processo de classificação de riscos estabelecem-se dois tipos de classificações preliminares: (i) quanto a Probabilidade de ocorrência do mesmo (Tabela I); e, (ii) quanto a Severidade do mesmo (Tabela II).

|  |  |
| --- | --- |
| **Classificação** | **Probabilidade** |
| A | Provável  |
| B | Média probabilidade  |
| C | Baixa probabilidade |
| D | Improvável |

### Tabela I : Classificação quanto a Probabilidade de um risco ocorrer

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Categoria** | **Nome** | **Características** |
| I | Catastrófica | - Mortes ou lesões incapacitante externamente ao órgão operacional- Perda total de instalações e equipamentos |
| II | Crítica | - Lesões severas ou incapacitantes com possibilidade de agravamento - Danos severos a instalações e equipamentos |
| III | Marginal | - Lesões moderadas- Danos moderados a instalações equipamentos |
| IV | Desprezível | - Ausência de lesões, o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor.- Sem danos ou danos não significativos a instalações e equipamentos. |

Tabela II : severidade das consequências do evento

A combinação dessas classificações preliminares fornece a classificação do risco, diferenciando-o quanto a sua importância. Assim, através do histórico da ocorrência de acidentes e das conseqüências causas por tais ocorrências, pode-se classificar o risco. Em geral utiliza-se classificar o risco nas 5 classes apresentadas a seguir:

|  |  |
| --- | --- |
| **Classificação** | **Descrição** |
| Classe 1 | Risco crítico |
| Classe 2 | Risco sério |
| Classe 3 | Risco moderado |
| Classe 4 | Risco menor  |
| Classe 5 | Risco desprezível |

### Tabela III : Classificação de Risco

A Tabela IV, ilustra a classificação do risco como função das classificações preliminares quanto a Probabilidade x Severidade.

|  |  |
| --- | --- |
| **Classes de**  | **Classes de Probabilidade** |
| **Severidade** | A | B | C | D |
| I | Classe1 | Classe 1 | Classe2 | Classe3 |
| II | Classe1 | Classe 2 | Classe3 | Classe 4 |
| III | Classe2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe5 |
| IV | Classe 3 | Classe 4 | Classe5 | Classe5 |

### Tabela IV: Classificação de riscos

Existem diversas situações em que a aplicação desta classificação é dificultada - especialmente naquelas em que ocorre a ausência de dados históricos. Nestas situações é necessário estimar a probabilidade da ocorrência do evento em função de variáveis subjetivas.

Objetivando contribuir para a solução deste problema específico, neste trabalho, propõe-se para discussão o emprego de uma ferramenta de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD), neste contexto. Mais especificamente, emprega-se o método ELECTRE III (Roy, 1978). A seguir apresenta-se um breve resumo dos fundamentos do ELECTRE III, maiores fundamentos sobre o mesmo podem ser encontrados também em Freitas (1997).

**3 Breve descrição do Método ELECTRE III**

O método ELECTRE III, foi proposto para ordenar alternativas, considerando os desempenhos das mesmas à luz de diferentes critérios, aos quais se associam graus de importância. A utilização do ELECTRE III, desenvolve-se nas seguintes etapas: i) Identificação do conjunto de alternativas;; ii) Identificação dos critérios relevantes; iii) Definição da escala de julgamento de valores. tanto para a importância dos critérios quanto para o desempenho das alternativas à luz destes; iv) Determinação de limites de preferência (p) e de limites de indiferença (q); v) Avaliação da importância dos critérios (peso dos mesmos); vi) Avaliação do desempenho das alternativas por especialistas em cada critério vii) Análise dos dados obtidos, determinando-se a ordenação final das alternativas e o Grau de Concordância (Intensidade) com o qual pode-se afirmar que uma determinada alternativa subordina uma outra.

**4 Proposta do presente trabalho**

Este problema de gerar a classificação da probabilidade de um risco acontecer, envolve a análise da situação à luz de diferentes critério. Em especial, em situações em que não estão disponíveis informações históricas sobre o produto, pode ser necessário operar com variáveis subjetivas. Este tipo de situação é exatamente aquela encontrada nos problemas de decisão para os quais é indicado o uso do AMD. A Tabela V ilustra esta analogia.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Estimativa da classificação da probabilidade de ocorrência | AMD |
| Quantidade de critérios | Múltiplos critérios | Múltiplos critérios |
| Tipo de Variáveis  | Subjetivas | Subjetivas |
| Elemento que avalia o desempenho | Especialista | Especialista |

Tabela V. Relação entre problemas de AMD e de classificação da probabilidade

No presente trabalho propõe-se utilizar o ELECTRE III em situações similares as descritas acima, de forma a tratar cientificamente a subjetividade inerente a este problema de classificação. Uma vez de posse da classificação da probabilidade de ocorrência de falha e da classificação da severidade (obtida pelo sistema de regras apresentado na Tabela II do presente artigo) da mesma, classifica-se o risco em acordo com a Tabela IV acima apresentada. Vale ressaltar, que a aplicação desta idéia pode ser recomendada apenas para situações onde não se disponha dos dados necessários para a aplicação dos métodos quantitativos associados à teoria da probabilidade ou a métodos associados à confiabilidade.

**5. Exemplo de aplicação**

Neste tópico apresenta-se, a título de ilustração, um exemplo de como esta metodologia poderia ser aplicada em caso real. Neste caso, busca-se classificar o risco de falha de um sistema moto bomba, que alimenta uma caldeira e atualmente opera em uma usina sucro-alcooleira da região Norte Fluminense.

**5.1 Estimativa da probabilidade do Risco.**

1. Identificação do conjunto de alternativas. Definiu-se o conjunto de alternativas A = {A, B, C, D, X} onde {A,B,C,D} formam o subconjunto de “Alternativas padrão” AP e “X” é o objeto cuja probabilidade do risco deseja-se classificar (no caso o sistema moto-bomba).
2. Identificação dos critérios envolvidos. Os critérios foram escolhidos com base em consulta a um Engenheiro Mecânico que já atuou com presidente da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes)da usina, tendo vivenciado o problema naquela ocasião. A partir desta consulta obtida foi possível elaborar a Tabela VI e a Figura 2.

|  |  |
| --- | --- |
| Código 3 | Descrição dos critérios |
| CR1  | Dimensionamento de X |
| CR2  | Instalação |
| CR3  | Condições de operação |

Tabela VI - Critério e codificação

Probabilidade de ocorrência de um acidente com X

CR1

CR3

CR2

A

**X**

D

C

B

Figura 2. Estrutura multicritério para avaliação da probabilidade

iii) Escala de julgamento dos valores e limites de preferência e de indiferença. Utilizou-se uma escala de 1 a 4 para avaliação do grau de importância dos critérios quanto para avaliação do desempenho do trabalho de “X”. Esta escala foi definida com base no trabalho reportado em Freitas e Costa (1997,1998), no qual se utiliza uma escala semelhante para a classificação da qualidade em serviços.

|  |  |
| --- | --- |
| **Grau de probabilidade de ocorrência** | **Nota** |
| Muito provável | 4 |
| Provável | 3 |
| Mediamente provável | 2 |
| Improvável | 1 |

Tabela VII - Escala para julgamento de desempenho das alternativas.

1. Obtenção de julgamentos de valor do desempenho das alternativas. Para a alternativa X, os julgamentos de desempenho à luz de cada critério, foram obtidos juntos ao mesmo especialista que colaborou na etapa identificação dos critérios. Para as alternativas que compõe o conjunto AP, foram considerados os “desempenhos padrão” apresentados na Tabela VIII, a seguir:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Alternativa Padrão** | **Classificação Alfabética** |  **Desempenho Padrão** |
| Alta probabilidade  | A | 4 |
| Média probabilidade  | B | 3 |
| Baixa probabilidade  | C | 2 |
| Improvável  | D | 1 |

Tabela VIII: Desempenho das “alternativas-padrão”

1. Obtenção de julgamentos de valor do desempenho das alternativas. Nesta coleta de dados, o especialista forneceu pesos individualmente para cada critério, utilizando uma escala de 1 a 4. Os pesos gerados desta forma estão, ilustrados na Tabela IX.

|  |  |
| --- | --- |
| **Critérios** | **Pesos**  |
| Dimensionamento | 5 |
| Instalação | 4 |
| Condições de operação | 3 |

Tabela IX - Pesos (importância) dos critérios

1. Síntese dos dados e classificação final da probabilidade: Os dados obtidos nas etapas acima descritas, forma processados no ELECTRE III, obtendo-se a seguinte ordenação.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ordenação** | **Alternativa** |
| 1º | A |
| 2º | B |
| 3º | C |
| 4º | X |
| 5º | D |

Este resultado significa que a probabilidade de ocorrência de um acidente com o equipamento X, pode ser considerada entre improvável (D) e pouco provável (C). A matriz de concordância apresentada na figura 3, fornece informações sobre a intensidade com que se concorda com este resultado.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **A** | **B** | **C** | **D** | **X** |
| **A** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **B** | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **C** | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,58 |
| **D** | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,25 |
| **X** | 0 | 0,42 | 0,75 | 0,75 | 1 |

Figura 3 -Matriz de concordância

Os dados da matriz de concordância podem ser interpretados da seguinte forma: "O elemento aij desta matriz indica a intensidade com que se concorda que o elemento i subordina globalmente o elemento j." Por exemplo: a36=0,58 indica que existe uma concordância com intensidade igual a 0,58 de que a alternativa C subordina a alternativa X.

É interessante observar que, para a matriz de concordância, a soma aij + aji pode ser superior a 1. Esta propriedade é característica dos sistemas que operam com Lógica *Fuzzy*. Isto confere a matriz de concordância uma característica singular, de permitir avaliar o quão "nebuloso" é o sistemas de classificação. Ou seja, aij representa uma medida sobre o grau de exatidão com que se pode afirmar que um objeto genérico i subordina um ouro objeto genérico j.

**5.2 Classificação quanto a severidade.**

Em acordo com a Tabela II do presente trabalho, a severidade da ocorrência de uma falha no sistema Moto-Bomba foi considerada como do Tipo II (Crítica). Ou seja: capaz de causar lesões severas ou incapacitantes com possibilidade de agravamento e/ou danos severos a instalações e equipamentos.

**5.3 Determinação da classe do risco**

Com as classificações preliminares obtidas:

1. Probabilidade de ocorrência da falha entre C e D.
2. Severidade do tipo II.

Pode-se utilizar a Tabela III, do presente texto obtendo-se a classe do risco. Este resultado seria uma classificação do risco entre Moderado e Menor. Para efeitos de segurança, pode-se classifica-lo finalmente como Moderado.

1. **Conclusões**

Neste trabalho propôs-se uma metodologia inédita para a classificação do risco de ocorrência de falhas. Os resultados preliminares têm demonstrado que esta parece ser uma boa solução para o tratamento destes problemas em situações especiais onde não estejam disponíveis dados estatísticos que permitam o cálculo da probabilidade do risco acontecer. Novos ensaios devem ser realizados, de forma a se caracterizar um experimento que permita afirmar o domínio de validade para a aplicação da metodologia proposta. Os dados utilizados na construção do modelo (critérios, limites de preferências e escala de julgamentos) e na execução deste (julgamentos de valor) forma obtidos junto a um especialista no problema abordado. No entanto, vale ressaltar, que estes não devem ser extrapolados para outras situações, visto que é necessário consultar um maior número de especialistas e avaliar o comportamento do método proposto em outras unidades fabris e também em situações distintas da investigada

1. **Referências**

Freitas, A. L. P., *Emprego de Uma Abordagem Multicritério na Avaliação e Classificação da Qualidade de Serviços*, Dissertação de Mestrado, LCENG/Setor de Engenharia de Produção/Universidade Estadual do Norte Fluminense, mar 1997.

Freitas, A. L. P. e Costa, H. G. "U*ma abordagem multicritério para avaliação e classificação da qualidade de serviços"* - Anais (CD-Rom) do XVII ENEGEP/ III Congresso Internacional de Engenharia de Produção, UFRGS, Gramado, RS, 1997, 08 pp. .

Freitas, A. L. P. e Costa, H. G. "*Avaliação e Classificação da Qualidade de Serviços: uma abordagem multicritério"*, artigo submetido para publicação em Gestão & Produção, UFSCar, Volume especial: Gestão da Qualidade, Dez. 1998, 22 pp. .

Morgado, C. “*Notas de aula do curso de Engenharia de Segurança*”, Universidade Federal Fluminense, 1995.

Roy, B. "*Alghorithme de Classement Base Sur Une Reprèsentation Floue des Préférences en Présence des Critères Multiples*”, Cahiers du CERO, vol. 20, N.1, pp. 3-24, 1978.

**Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Eng . André Luís Policani Freitas (M.Sc.) e a Enga. Cláudia Morgado (D.Sc.), pelo apoio fornecido.