

## Análise das barreiras por meio de Bow-tie

**Autor: Elísio Carvalho Silva**

**Data: 2/01/2014**

### INTRODUÇÃO

As análises de riscos são metodologias bastante utilizadas para identificar e analisar os perigos num ambiente industrial. Contudo, pouco é feito para analisar se as barreiras identificadas cumprirão com a sua função de prevenção do evento indesejado. Sendo assim, não haverá garantia que o incidente será evitado porque as barreiras podem não atuar adequadamente quando solicitada. Além de LOPA (Layer of Protection Analysis), a análise por meio de Bow-tie é outra opção para fazer essa avaliação. No decorrer desse artigo será mostrado porque Bow-tie é uma ferramenta importante.

### BOW-TIE

A análise por Bow-tie fornece um bom entendimento das relações entre as causas de qualquer evento (inclui evento fora da área de segurança), as barreiras de prevenção e de mitigação. Também verifica as possibilidades de propagação (fator de propagação) caso ocorra falha de qualquer uma das barreiras e os controles necessários para evitar essas falhas. Normalmente esses controles são considerados críticos para o processo, porque garantirão a confiabilidade das barreiras e assim deverão ser tratados por toda vida da unidade operacional. A Figura 1 mostra um modelo de Bow-tie.



Figura 1



## **COMO REALIZAR ANÁLISE POR BOW-TIE DE FORMA QUALITATIVA**

O ponto de partida para uma análise por Bow-tie pode ter dois caminhos. Utilizar as causas de um evento indesejado proveniente de uma análise de risco realizada previamente ou levantar as ameaças existentes de um determinado processo. A partir daí serão verificadas as barreiras existentes e analisadas se estão adequadas conforme a matriz de aceitabilidade de risco da empresa. Caso não estejam adequadas, será necessário propor novas barreiras. Adicionalmente, serão verificados os fatores de propagação, ou seja, o que pode ameaçar cada barreira para não prevenir ou mitigar o evento. Em continuação, avaliar quais os controles devem ser adicionados ou mantidos para eliminar ou controlar os fatores de propagação. Importante salientar que esses controles devem ser considerados críticos para o processo.

Após analisadas as barreiras, deve-se garantir que elas cumprirão, no mínimo, com os seguintes critérios:

- a) Os componentes das barreiras devem ser independentes, em caso de duplicidade. E devem ser independentes entre si;
- b) Os projetos das barreiras devem seguir as melhores práticas, tais como, padrões de engenharia universalmente aceitos, procedimentos, padrões da empresa, etc.;
- c) Os conceitos das barreiras devem ser provados, ou seja, devem ser bem conhecidos. Caso contrário as barreiras precisarão passar por mais testes na unidade de processo para provar a eficácia;
- d) Devem ser testadas com frequência determinada. Essa frequência de teste deve ser baseada na experiência da unidade operacional ou do fabricante;
- e) Devem possuir um programa de manutenção preventiva.

## **COMO REALIZAR ANÁLISE POR BOW-TIE DE FORMA QUANTITATIVA**

A análise por Bow-tie com o viés quantitativo será feita por meio de árvore das falhas e árvores dos eventos. Para as barreiras preventivas, será utilizada a árvore das falhas iniciando pelo evento topo. Por outro lado, ao analisar as barreiras mitigadoras será efetuada a árvore dos eventos a partir do evento topo e, assim, definir as possíveis consequências. Elaboradas as duas árvores, será calculada a frequência do evento topo e daí as frequências das diversas consequências. Deve-se ter o cuidado para considerar os cortes mínimos na árvore de falhas e fazer o jogo entre frequência e probabilidade para evitar a operação matemática de multiplicação entre as frequências. A Figura 2 mostra o esquema da análise por Bow-tie de forma quantitativa.

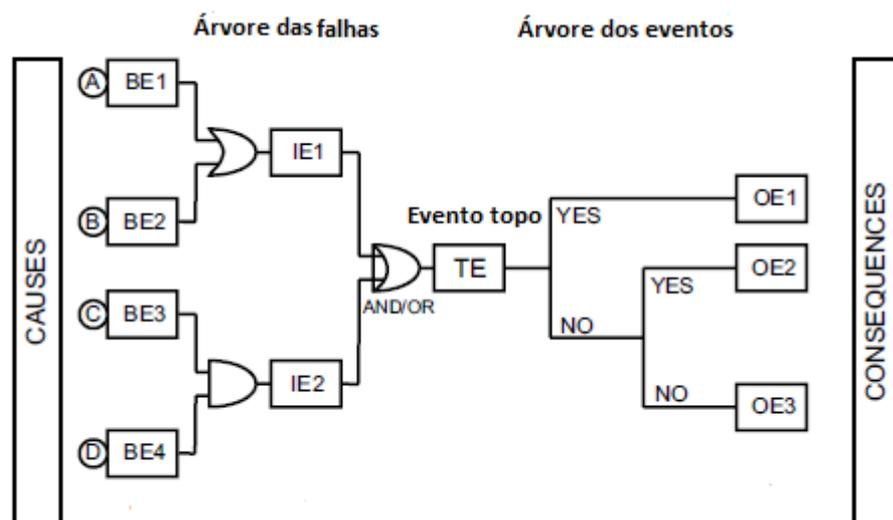


Figura 2 (Adaptado de Markowski et al, 2009)

## BENEFÍCIOS DA ANÁLISE DE BOW TIE

A análise por Bow-tie fornece vários benefícios que não são encontrados em outras análises. Abaixo estão alguns exemplos:

a) Sistemas críticos - ao longo do diagrama serão definidos alguns sistemas que terão a finalidade de prevenir ou mitigar o evento indesejado. Portanto, esses sistemas serão considerados críticos para o processo;

b) Tarefas críticas - em função dos sistemas críticos, surgirão tarefas críticas ao se analisar os fatores de propagação. Essas tarefas terão a finalidade de manter as barreiras com alta disponibilidade o que refletirá diretamente na confiabilidade do sistema. Inclui também a gestão das tarefas em função de responsabilidade, competência, procedimentos, descrição dos trabalhos, etc. Deve-se fazer as perguntas abaixo para ajudar na gestão das tarefas. Veja também o artigo Gestão das Tarefas em Processos Industriais (Silva, 2013).

- Como garantir que as tarefas serão realizadas?
- Quem fará as tarefas?
- Como se saberá quando serão feitas as tarefas?
- Como saber o que fazer?
- Precisarão procedimento, check list, instruções de trabalho, treinamentos, etc.?



- c) Ajuste no sistema de gerenciamento - os produtos gerados das tarefas críticas poderão ser incorporados no sistema de gerenciamento da organização;
- d) Estrutura lógica - por meio da estrutura do Bow-tie se torna mais fácil de entender os riscos da organização;
- e) Larga abordagem - Bow-tie não se limita apenas aos assuntos de segurança. Pode ser utilizado para identificar todas as ameaças: tecnologia, negócios, projetos, etc.
- f) Investigação de acidente - pode ser utilizado como investigação de acidente com o propósito de definir quais as barreiras a ser adicionadas para prevenir e mitigar o acidente. O lado esquerdo do Bow-tie passa a ser as causas do acidente e o lado direito as suas consequências.

## **CONCLUSÃO**

Bow-tie é bastante útil para analisar um determinado evento. Caso precise verificar uma planta inteira, o caminho mais fácil é utilizar outra metodologia, tal como Hazop, What if, APP, etc. Contudo, Bow-tie poderá ser aplicada para eventos especiais no intuito de fazer uma análise mais aprofundada das barreiras e definir a sua gestão para evitar que sejam fragilizadas por falta de manutenção adequada. Como visto, a diferenciação do Bow-tie para outras análises é efetuar uma gestão mais detalhada das barreiras ao definir as tarefas para manter alta disponibilidade. Também será um caminho para definir a eficácia das barreiras por meio das seguintes atividades:

- Padrões de projeto;
- Registro de inspeções e manutenção;
- Resultados de testes de performance;
- Relatório da integridade;
- Os processos e procedimentos para manter as barreiras íntegras;
- Auditorias das barreiras;
- Competência das pessoas envolvidas na gestão das barreiras.

Como se ver, apenas fazer a análise não é suficiente, é preciso definir todo um processo para garantir a eficácia das barreiras.