



PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA BOW-TIE: UM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO PARA A PLATAFORMA FIXA DE PERFURAÇÃO E PRODUÇÃO POLVO A

Márcio V. P. Muniz, Pedro N. Perez, Rafael F. A. Monteiro e
Antonio P. C. Sant'Anna

INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A metodologia Bow-tie foi desenvolvida no início dos anos 90 simultaneamente na Austrália e Holanda [1]. Desde então, sua aplicação vem aumentando progressivamente. Há alguns anos algumas das maiores empresas do ramo de Óleo e Gás têm aderido à aplicação da metodologia em sua gestão de segurança de processo. O método é considerado um poderoso recurso para gestão de riscos e barreiras, quando aplicado corretamente.

Apesar do método ser aplicado a quase 20 anos, apenas em 2018 foi publicado um livro [2], através da parceria entre renomados profissionais do *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) e do *Energy Institute* (EI), padronizando a metodologia, a terminologia e os conceitos do Bow-tie. Foram aproximadamente 18 anos de utilização da metodologia sem uma referência oficial para formalização da metodologia. Portanto, durante esse período, muitas empresas aplicaram a metodologia de forma inadequada. Ainda nos dias de hoje, algumas empresas desconhecem a padronização da ferramenta e ainda a utilizam de forma equivocada.

O processo de construção dos Bow-ties quando conduzido indevidamente, além da perda da efetividade na gestão de riscos, gera para a empresa uma falsa sensação de proteção ao se deparar com um número elevado de barreiras [3]. Uma das informações mais importantes trazidas pelo livro, foi a padronização do conceito de barreira como efetiva, independente e auditável, além de ser capaz de detectar, processar informação (decidir) e agir durante ocorrência de um problema, tendo esta, capacidade individual de parar completamente a ocorrência da ameaça materializando o evento topo (prevenção) e/ou suas respectivas consequências (mitigação). Com esta uniformização, o número de barreiras tende a diminuir significativamente.

Com o objetivo de realizar uma análise comparativa e quantificar as diferenças entre a aplicação do método sem a padronização e a construção da metodologia com a utilização dos conceitos fixados pelo livro de referência, este artigo usou como Estudo de Caso: A Plataforma Fixa de Perfuração e Produção de Polvo A.

DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE TRABALHO

O método de trabalho consiste em comparar diagramas Bow-ties desenvolvidos para um Estudo de Caso em dois momentos: Momento 1, quando não haviam referências oficiais para padronização da metodologia, e Momento 2, no qual o Estudo já foi desenvolvido à luz da Metodologia proposta pelo CCPS.

A proposta consiste em coletar uma amostragem de Diagramas Bow-ties comuns e realizar a comparação das barreiras preventivas e mitigadoras para os diagramas em ambos os momentos para as ameaças e consequências comuns.



PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA BOW-TIE: UM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO PARA A PLATAFORMA FIXA DE PERFURAÇÃO E PRODUÇÃO POLVO A

Márcio V. P. Muniz, Pedro N. Perez, Rafael F. A. Monteiro e
Antonio P. C. Sant'Anna

Através dessa comparação, será possível validar o entendimento de C. Cowley et al. (2017) que com a aplicação da metodologia Bow-tie de forma adequada, o número de barreiras tende a diminuir. Esta tendência de diminuição está relacionada ao fato da metodologia do CCPS e EI (2018) trazer critérios mais robustos que agrupam diversos itens considerados como “barreiras” no passado como:

- Ser capaz de “Detectar-Decidir-Agir”, ou seja, capaz de detectar o problema, pensar e tomar a decisão do que fazer a respeito e agir de forma a impedir completamente o problema;
- Ser independente (da ameaça e de outras barreiras associadas a mesma ameaça);
- Ser efetiva (suficientemente adequada, robusta e rápida);
- Ser auditável.

É importante ressaltar que apesar do artigo de C. Cowley et al. (2017) ser publicado antes do livro de conceito de Bow Tie [3], ele já apresentava os conceitos e percepções do livro, pois foi escrito por parte dos autores que estavam envolvidos na elaboração do livro conceito de Bow-tie.

ESTUDO DE CASO

Como Estudo de Caso, os autores utilizaram os diagramas Bow-ties desenvolvidos para a Plataforma Fixa de Perfuração e Produção de Polvo A da PetroRio. Os primeiros diagramas Bow-ties dessa plataforma foram desenvolvidos em 2015, momento em que ainda não havia a padronização oficial da metodologia de construção dos Diagramas Bow-tie. Em 2019, os Bow-ties foram revisados conforme metodologia proposta por CCPS e EI (2018).

Foram selecionados como amostragem, quatro eventos topos comuns a ambos os Estudos:

- Colisão da Embarcação de Apoio com a Plataforma;
- Colisão da Aeronave com o Deck/ Queda da Aeronave
- Falha Estrutural nas Pernas da Plataforma e;
- Liberação de Hidrocarbonetos/ H₂S.

Os autores optaram por não realizar o comparativo para o Evento Topo “Perda de Controle de Poço (Kick)”, pois o Estudo Antigo não segregou este evento topo nas fases de Perfuração e de Workover, o que já foi realizado para o Estudo de 2019.



PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA BOW-TIE: UM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO PARA A PLATAFORMA FIXA DE PERFURAÇÃO E PRODUÇÃO POLVO A

Márcio V. P. Muniz, Pedro N. Perez, Rafael F. A. Monteiro e
Antonio P. C. Sant'Anna

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após análise comparativa das ameaças, barreiras preventivas, consequências e barreiras mitigadoras associadas aos quatro eventos topos estudados, compilou as tabelas 1 e 2 a seguir. Estas tabelas apresentam o quantitativo de barreiras preventivas e mitigadoras para ameaças e consequências, respectivamente, comuns em ambos os Estudos (2015 e 2019), ressaltando o percentual de redução das barreiras preventivas e mitigadoras entre os Estudos.

Tabela 1 - Quantitativo de Barreiras Preventivas em Ambos os Estudos com % de Redução

Evento topo	Ameaças Comuns	Barreiras Preventivas 2015	Barreiras Preventivas 2019	Redução Número de Barreiras
Colisão da Embarcação de Apoio com a Plataforma	Perda de Posição da Embarcação de Apoio	3	2	33%
	Falha operacional durante aproximação/ manutenção da posição/ afastamento da embarcação de apoio	2	1	50%
Colisão da Aeronave com o Deck/ Queda da Aeronave	Falha mecânica, hidráulica ou elétrica do Helicóptero	2	1	50%
	Falha operacional no emprego da aeronave	2	1	50%
Falha Estrutural nas Pernas da Plataforma	Corrosão	2	1	50%
	Sobrecarga	2	1	50%
Liberação de Hidrocarbonetos/ H₂S	Corrosão	7	3	57%



PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA BOW-TIE: UM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO PARA A PLATAFORMA FIXA DE PERFURAÇÃO E PRODUÇÃO POLVO A

Márcio V. P. Muniz, Pedro N. Perez, Rafael F. A. Monteiro e
Antonio P. C. Sant'Anna

Após análise dos dados associados às barreiras preventivas, verificou-se que o principal fator para a redução das barreiras preventivas foi o não cumprimento aos requisitos mínimos para classificação de um controle como barreira. Muitos dos controles inseridos como barreiras no Estudo de 2015 eram apenas salvaguardas no contexto de uma barreira específica. Como os seguintes exemplos que foram considerados como barreiras preventivas, mas por não cumprirem os requisitos mínimos de “Detectar-Decidir-Agir”, são considerados apenas como salvaguardas de fatores de degradação em barreiras:

- Sistema de Comunicação e Tráfego Marítimo;
- Procedimento de Gerenciamento de Contratadas;
- Procedimento de Segurança de Voo;
- Certificado do Fabricante;
- Cartão de Observação de Risco;
- Programa de Manutenção.

Tabela 2 - Quantitativo de Barreiras Mitigadoras em Ambos os Estudos com % de Redução

Evento topo	Consequências Comuns	Barreiras Mitigadoras 2015	Barreiras Mitigadoras 2019	Redução Número de Barreiras
Colisão da Embarcação de Apoio com a Plataforma	Danos pessoais (lesões graves/ fatalidade)	3	1	67%
	Vazamento de fluido para o mar	1	1	0%
	Danos à estrutura da plataforma	3	0	100%
Colisão da Aeronave com o Deck/ Queda da Aeronave	Incêndio/ Explosão (Colisão)	3	1	67%
	Vítimas (Colisão ou Queda)	4	1	75%



PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA BOW-TIE: UM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO PARA A PLATAFORMA FIXA DE PERFURAÇÃO E PRODUÇÃO POLVO A

Márcio V. P. Muniz, Pedro N. Perez, Rafael F. A. Monteiro e
Antonio P. C. Sant'Anna

Evento topo	Consequências Comuns	Barreiras Mitigadoras 2015	Barreiras Mitigadoras 2019	Redução Número de Barreiras
Falha Estrutural nas Pernas da Plataforma	Vazamento de fluido para o mar	1	1	0%
	Danos à estrutura da plataforma	2	1	50%
Liberação de Hidrocarbonetos/ H₂S	Intoxicação por H ₂ S	5	3	40%
	Vazamento de Óleo para o Mar	5	4	25%
Liberação de Hidrocarbonetos/ H₂S	Incêndio/ Explosão	7	3	57%

Após análise dos dados associados às barreiras mitigadoras, verificou-se que o principal fator para a redução foi a separação de controles que compunham uma única barreira, tendo papéis de detecção, decisão e ação, como os seguintes exemplos de elementos de Detecção-Decisão-Ação considerados como barreiras separadas:

- Plano de Resposta à Emergência e Sistema de Combate a Incêndio (Manual);
- Plano de Resposta à Emergência e Sistema de Evacuação e Abandono;
- Plano de Resposta à Emergência, Extintores de Incêndio, Equipe de Resposta à Emergência/ Brigada de Incêndio como barreiras mitigadoras separadas.

De uma forma geral, houve um decréscimo do número de barreiras preventivas para ameaças comuns de cerca de 49%, enquanto que o quantitativo de barreiras mitigadoras para as consequências comuns reduziu em torno de 58% considerando a amostragem analisada.



PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA BOW-TIE: UM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO PARA A PLATAFORMA FIXA DE PERFURAÇÃO E PRODUÇÃO POLVO A

Márcio V. P. Muniz, Pedro N. Perez, Rafael F. A. Monteiro e
Antonio P. C. Sant'Anna

CONCLUSÕES

Através da análise comparativa, o artigo valida a percepção de C. Cowley et al. [2] de que a aplicação adequada do método Bow-tie conforme livro conceito de Bow-tie [3] traz a redução do número de Barreiras Preventivas e Mitigadoras. O presente artigo, adicionalmente, apresenta a quantificação desta redução para o Estudo de Caso “Plataforma Polvo A” que realizou o Estudo de Bow-tie em dois momentos: em 2015, quando não havia uma referência oficial apresentando os conceitos da metodologia e, em 2019, quando o livro conceito de Bow-tie foi utilizado como referência para a construção dos Bow-ties.

Além desta quantificação, este trabalho exemplifica como os controles classificados no passado indevidamente como barreiras preventivas se tornam apenas salvaguardas utilizando as orientações do livro conceito [3] e como os controles classificados no Estudo de 2015 como barreiras mitigadoras são unificados e uma única barreira mitigadora para cumprir o requisito de Detectar-Decidir-Agir.

Esta redução, de fato, elimina a falsa sensação de proteção gerada pelo número excessivo de barreiras. Portanto, os resultados deste Estudo Prático reforçam a importância da divulgação desses conceitos e padronização através das indústrias que utilizam o método, com o intuito de permitir que acidentes sejam evitados através de uma gestão eficaz de riscos construída pela correta aplicação dos diagramas Bow-tie.

REFERÊNCIAS

- [1] R. Pitblado and P. Weijand, Barriers Diagram (Bow Tie) Quality Issues for Operating Managers, Process Saf. Prog. 33, (2014), 355-361, DOI 10.1002/prs.11666
- [2] Center for Chemical Process Safety (CCPS) and the Energy Institute (EI). Bow Ties in Risk Management: A Concept Book for Process Safety. September, 2018
- [3] C. Cowley et al. Standardisation of Bow Tie Methodology and Terminology via a CCPS/EI Book. Hazards 27 Conference, Institution of Chemical Engineers, 2017.
- [4] B. Peters, D. Thomaz, J. Soares e Perez, P. Risk Analysis and Management Based on the Performance of Safety Barriers: Case Study: Fixed Platform Polvo A.