

Fatores Humanos na segurança operacional: uma abordagem integrada e sistêmica no treinamento para a gestão de riscos

Monica Lavoyer Escudeiro^{1,2}

1 Agência Nacional de Aviação Civil, Av. Presidente Vargas 850, Rio de Janeiro, RJ

2 monica.lavoyer@anac.gov.br

RESUMO: O presente artigo descreve uma estratégia pedagógica para o ensino da análise sistêmica de ocorrências relacionadas à segurança operacional. O treinamento tem como principais objetivos: consolidar a compreensão de como os acidentes/incidentes acontecem e como preveni-los, provendo metodologia útil para identificar condições latentes, ameaças e fatores de risco sistêmicos, antes que causem danos às pessoas ou propriedades. As ferramentas de suporte teórico-metodológico são adaptações contemporâneas de princípios do Modelo do ‘Queijo Suíço’, de James Reason, especificamente as orientações da *Systemic Occurrence Analysis Methodology* [SOAM] e a *The Proactive Integrated Risk Assessment Technique* [PIRATE]. Uma adequação é sugerida para potencializar a identificação de falhas no sistema relacionadas aos Fatores Humanos, qual seja, a do uso da ferramenta *Human Factors Analysis and Classification System* [HFACS]. Este método de ensino-aprendizagem tem sido bem aceito por acelerar o aprendizado na organização e por ajudar na garantia dos padrões de segurança operacional na aviação civil e militar, transporte marítimo e ferroviário, usinas nucleares e indústrias químicas.

Palavras chave: Análise de Risco. Capacitação. Condição Latente. Ensino. SOAM. PIRATE. HFACS

Human Factors in safety: an integrated and systemic approach for risk management training

ABSTRACT: This paper describes a pedagogical approach to coach a technique for systemic analysis of safety related mishaps. The technique has the following purposes: reinforce the understanding of how mishaps occur and how prevent them, providing a useful methodology to identify latent conditions, threats and systemic risks before causing damage to people or property. The theoretical-methodological support tools consist of contemporary adaptations of the James Reason ‘Swiss Cheese’ model principles, namely Guidelines on the Systemic Occurrence Analysis Methodology [SOAM] and The Proactive Integrated Risk Assessment Technique [PIRATE]. In order to boost the identification of system failures related to human factors, the use of the Human Factors Analysis and Classification System [HFACS] is suggested as an adaptation. The proposed teaching-learning method has been well accepted since it accelerates organizational learning and contributes with safety assurance in different contexts as civil and military aviation, shipping, railway, nuclear power plants, and chemical industries.

Key words: Risk Analysis. Training. Latent Conditions. Learning. SOAM. PIRATE. HFACS

Citação: Escudeiro, ML. (2015) Fatores humanos na segurança operacional: uma abordagem integrada e sistêmica no treinamento da gestão de riscos. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 6, No. 1, pp 35-42.

Recebido 18 de novembro 2014; **Aceito** 09 fevereiro 2015; **Publicado** 30 abril de 2015

1 INTRODUÇÃO

O sistema de aviação civil brasileiro exige treinamento em diversas áreas, incluindo aqueles relativos ao gerenciamento de recursos de equipes, em inglês, *Crew Resource Management* [CRM] e ao gerenciamento da segurança operacional, em inglês, *Safety Management System* [SMS] aos profissionais que ocupem cargos de direção/gerência em organizações provedoras de serviços aeronáuticos (ANAC, 2010).

Desta forma, diretores, gerentes e profissionais que integrem as gerências de segurança operacional ou de treinamento dos profissionais diretamente envolvidos com a atividade aérea (pilotos, comissários, despachantes operacionais, mecânicos de manutenção aeronáutica,

controladores de tráfego aéreo, etc) devem ser qualificados para atuarem na proteção do sistema de aviação.

Neste contexto, as organizações devem manter processos contínuos de ‘identificação, avaliação, eliminação de perigo e/ou mitigação dos riscos que ameaçam a segurança operacional relacionada às operações de um detentor de certificado’ (ANAC, 2010, p. 233). Portanto, o estado de segurança operacional é alcançado por meio de processos de gerenciamento de riscos, mantendo o risco de lesões às pessoas e às propriedades em níveis mínimos aceitáveis. Todavia, tal condição é dinâmica, exigindo monitoramento por todos os componentes do sistema.

O papel de cada profissional é fundamental para a garantia da efetividade do sistema. Mas, a ação humana contribui para a maioria dos acidentes aéreos, abrindo vasto campo de estudo para a melhoria contínua do sistema de

aviação. Portanto, os Fatores Humanos [FH] são imprescindíveis na manutenção deste modal de transporte como um dos mais seguros já utilizados.

Este artigo tem o objetivo de contribuir no aperfeiçoamento da aviação ao descrever a metodologia de ensino-aprendizagem desenvolvida pela *European Association for Aviation Psychology* [EAAP], descrita no programa de treinamento denominado *Human Factors in Flight Safety*, destinado a profissionais que atuam em ambientes sociotécnicos complexos, tendo como foco a análise sistêmica de eventos de segurança. O treinamento tem o objetivo de consolidar a compreensão da dinâmica de acidentes/incidentes e de como tais eventos podem ser prevenidos com o uso de metodologia útil à identificação de condições latentes, ameaças e fatores de riscos sistêmicos, permitindo a correção antes que causem danos às pessoas e às propriedades (Hayward, Lee & Pollack, 2013).

2 METODOLOGIA

Este artigo utiliza abordagem descritiva para detalhar uma metodologia utilizada no ensino da análise sistêmica de eventos de segurança operacional, que tem por base adaptações contemporâneas dos princípios do Modelo do ‘Queijo Suíço’ (Reason, 1990), especificamente as orientações da *Systemic Occurrence Analysis Methodology* [SOAM] e a *The Proactive Integrated Risk Assessment Technique* [PIRATE]. Adicionalmente, é sugerida a inserção do *Human Factors Analysis and Classification System* [HFACS] com a finalidade de potencializar a identificação de falhas relacionadas aos Fatores Humanos.

Estes três modelos sistêmicos representam atualizações da proposta de Reason (1990; 1997) focados na identificação e no controle de fatores organizacionais que contribuem para eventos de segurança. Além disso, salientam conexões com falhas latentes ou sistêmicas que melhoram o entendimento dos fatores contribuintes que levaram ao acidente.

A SOAM ‘é voltada à análise sistêmica de dados coletados em investigações de ocorrências de segurança, bem como à síntese destas informações com o uso de abordagem estruturada e terminologia padronizada’ (Eurocontrol, 2005, p.22).

Esta metodologia também utiliza a filosofia da cultura justa, tendo sido desenvolvida para unificar relatos e investigações de ocorrências de tráfego aéreo. O seu uso apropriado permite identificar e classificar quatro tipos de fatores contribuintes, além de permitir o descarte de fatores irrelevantes ou não contribuintes, direcionando esforços para a identificação de causas sistêmicas, ao invés de identificar erros pessoais.

Além disso, serve tanto à análise de eventos simples quanto à investigação de incidentes graves e acidentes, possibilitando ligações claras e objetivas entre as recomendações de segurança e os fatos analisados.

SOAM e PIRATE usam o termo ‘envolvimento humano’ com referência às ‘falhas ativas’ (Reason, 1990), enquanto o HFACS utiliza o termo ‘atos inseguros’. Entretanto, todos os termos se referem a ‘erros’ e ‘violações’ cometidos pelos operadores. As demais diferenças de classificação e terminologia existentes entre os modelos estão fora do escopo deste artigo.

A PIRATE utiliza taxonomia derivada da SOAM para descrever fatores contribuintes de todos os níveis da organização permitindo a investigação de ocorrências de segurança de maneira ampla e coordenada. A ênfase desta técnica está na análise de qualquer risco real ou hipotético à segurança operacional, característica que ressalta seu cunho proativo.

Assim sendo, cada organização pode antecipar suas necessidades sem esperar por eventos que comprometam a segurança para identificar perigos, aplicando medidas corretivas e/ou realizando treinamentos como o CRM ou o SMS, dentre outros. As habilidades adquiridas podem ser usadas no gerenciamento reativo, proativo ou preditivo dos riscos à segurança operacional, conectando falhas ativas a outras em todos os níveis da organização e do sistema de aviação, revelando vulnerabilidades na rotina operacional.

Além disso, a PIRATE auxilia os níveis mais altos da organização no processo de tomada de decisão, assegurando que medidas de gerenciamento do risco eficientes e eficazes sejam adotadas, como é mostrado no Anexo I.

Condições anteriores de contexto são identificadas em cada envolvimento humano, indicando aspectos que conduzem, em geral, à identificação de vários fatores contribuintes organizacionais que fragilizam o sistema. O fluxo da PIRATE é concluído na identificação das linhas de defesa (barreiras) que falharam ou estavam ausentes, podendo ter auxiliado na evitação de erros e violações erros/violações contribuintes para o resultado final do evento se existentes.

O HFACS, por sua vez, é uma ferramenta desenvolvida e testada pelas forças armadas americanas, para a classificação, análise e investigação da contribuição do erro humano, em todos os níveis do sistema, para acidentes aéreos (Shappell & Wiegmann 2000), baseado nas falhas latentes e ativas do Modelo (Reason, 1990). O sistema de classificação inclui condições mentais e físicas de tripulantes em relação aos fatores organizacionais, tais como: recrutamento e seleção inadequados ou ausência de análise de riscos. O HFACS ressalta as falhas sistêmicas (buracos) do ‘Queijo Suíço’, ampliando a utilidade da contribuição de Reason na prevenção e na investigação de eventos de segurança, tanto na esfera militar quanto na civil. O Anexo II mostra as principais falhas elencadas neste sistema de classificação, apresentadas em forma de tabela para melhor compreensão do sistema.

3 DESENVOLVIMENTO DO TREINAMENTO E O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

O *Human Factors Flight Safety* é um treinamento desenvolvido para alunos que compreendam o conceito de Acidente Organizacional e que tenham recebido treinamento prévio em CRM e em SMS. A execução deste treinamento requer uma carga horária de seis horas, sendo iniciado com a apresentação de um acidente aeronáutico que servirá de base para a identificação de falhas pelos alunos, de acordo com o Modelo do 'Queijo Suíço' adaptado pela SOAM (Figura 1).

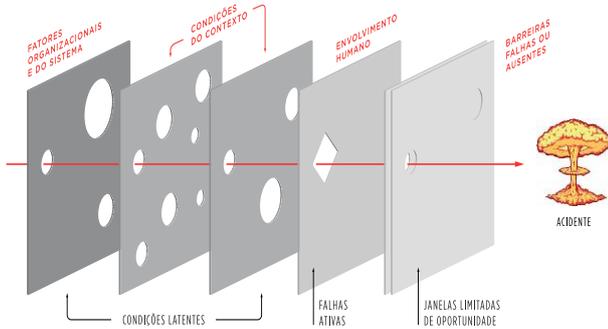


Figura 1: Modelo do 'Queijo Suíço' (Reason1990) adaptado e traduzido da versão SOAM (Eurocontrol, 2005).

A exposição dialogada é a técnica pedagógica indicada para apoiar o entendimento da cadeia de eventos que conduziu ao acidente. Em um primeiro momento, os quatro níveis de análise (envolvimento humano, condições de contexto, fatores organizacionais e barreiras falhas ou inexistentes) são apresentados sem as respectivas questões-chaves. As Tabelas 1 e 2 são usadas para organizar a produção verbal dos alunos, sob a mediação do instrutor, na identificação dos fatores contribuintes, conforme conhecimento prévio de cada um.

Tabela 1: Análise sistêmica simples de acidente (estudo de caso)

Acidente (identificação do evento) – análise de dados			
Fatores organizacionais	Condições de contexto	Envolvimento humano	Barreiras falhas ou inexistentes

Ao final da atividade, os participantes terão esboçado a análise do sistema de modo não integrado, uma vez que somente identificaram falhas ativas e latentes provenientes do sistema de modo estanque. Ao integrar falhas e fatores contribuintes dentro da linha de causalidade, as condições para integrar a análise são alcançadas e a identificação das recomendações de segurança se torna viável.

Após esta atividade, executada com a facilitação do instrutor, questões-chave e descrição de fatores organizacionais são apresentadas aos alunos como descrito adiante neste artigo. Neste momento, a PIRATe também é introduzida como é visto no Anexo I. Desta forma, a preparação para a fase prática foi atingida, propiciando os fundamentos teóricos que ancoram o exercício em grupo, composto por quatro indivíduos, descrito a seguir.

3.1 DESCRIÇÃO DO EXERCÍCIO

O objetivo do exercício é baseado em um acidente hipotético, mas totalmente possível, em que cada grupo passa a elencar falhas e defesas inadequadas, através da análise sistêmica e integrada dos fatores contribuintes. Após isto, o grupo elabora recomendações de segurança, mantendo o foco sistêmico e evitando o foco individual. O treinamento é finalizado com a apresentação dos grupos a todos os demais alunos, seguido pelos comentários finais do instrutor

É necessário seguir a sequência correta, onde cada grupo procura responder 'o que aconteceu', 'quando aconteceu', 'onde aconteceu' e 'quem está envolvido no acidente'; especificando, em seguida, os fatores que contribuíram para o mesmo, na ordem a seguir: envolvimento humano, condições de contexto, fatores organizacionais e sistêmicas, barreiras falhas ou inexistentes, e por fim, as recomendações de segurança.

3.2 OS NÍVEIS DE ANÁLISE E SUAS QUESTÕES-CHAVE

Os quatro níveis de análise e suas questões-chave são fundamentais para a identificação dos fatores contribuintes do acidente:

a) Envolvimento humano: ações ou omissões (erros e violações), cometidas por indivíduos, que serviram de gatilho para a ocorrência.

Questão-chave: O item descreve uma ação ou uma omissão (erro ou violação) que aconteceu imediatamente antes da ocorrência e que contribuiu para a mesma?

b) Condições de contexto: condições existentes imediatamente antes da ocorrência ou durante a mesma.

Questão-chave: O item descreve aspectos do ambiente de trabalho, do clima organizacional, da atitude de pessoas, de personalidade, de limitações de desempenho, de estado emocional ou fisiológico que ajuda a explicar suas ações?

c) Fatores organizacionais: falhas latentes que criaram ou permitiram a existência das condições predominantes de contexto.

Questão-chave: O item descreve aspectos da cultura, de sistemas, de processos ou de decisão organizacional existentes antes da ocorrência e que tenha resultado em condições de contexto, ou permitiu que estas condições continuassem existindo?

d) Barreiras falhas ou inexistentes: linhas de proteção sistêmica, de última instância, que falharam ou não existiam e assim:

- Não preveniram a ocorrência do evento; e/ou
- Não preveniram ou minimizaram suas consequências.

Questão-chave: O item descreve um procedimento de operacional, um aspecto relacionado à atenção da pessoa, um

obstáculo físico, uma medida de proteção, sistema de controle ou de aviso para prevenir a ocorrência ou diminuir suas consequências?

3.3 DEFINIÇÃO DOS FATORES ORGANIZACIONAIS

Os fatores organizacionais, considerados na análise criteriosa e integrada do sistema, são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2: Fatores Organizacionais (Adaptado de Eurocontrol, 2005, p.31).

Código	Fatores Organizacionais	Descrição
TR	Treinamento	Fatores relacionados à qualidade e à adequação do treinamento, providos pela organização para os funcionários envolvidos em conduzir as tarefas relacionadas diretamente à ocorrência. Tais fatores podem incluir questões que dizem respeito ao projeto, estrutura, conteúdo, duração, aplicação, métodos de avaliação e periodicidade do treinamento e dos processos educacionais.
GF	Gerenciamento da força de trabalho	Fatores diretamente relacionados ao gerenciamento do pessoal operacional dentro da organização, incluindo práticas e políticas de recursos humanos que impactam na carga de trabalho do empregado, a supervisão, o desempenho e o moral, tais como estrutura organizacional, estrutura do trabalho, escalas, tarefas, nível de experiência, remuneração e sistema de gratificações, mas excluem questões de treinamento.
RE	Responsabilidade designada (<i>accountability</i>)	Fatores relacionados diretamente à responsabilidade pela segurança operacional dos altos níveis gerenciais para baixo, supervisão do desempenho do empregado quanto às suas atividades relacionadas com a segurança operacional, comunicação e definições claras das responsabilidades formalmente designadas à todos os níveis da organização, além de processos que assegurem que essas responsabilidades estejam sendo cumpridas.
CM	Comunicação	Fatores relacionados tanto à qualidade quanto à adequação dos sistemas e métodos de comunicação dentro da organização. Disponibilidade e fluxo da informação na organização, se e como os trabalhadores são informados sobre informações críticas à segurança operacional, e clareza e qualidade dos processos de comunicação formais e informais.
CO	Cultura Organizacional	São fatores relacionados às crenças e valores compartilhados por uma organização, que influenciam 'a maneira como as coisas são feitas' e a tornam diferente de outras organizações. A cultura organizacional inclui elementos da cultura de segurança tais como compromisso com a segurança, manutenção de um estado de alerta para a segurança operacional, adoção de uma abordagem justa aos erros dos trabalhadores, atenção para acidentes potenciais e a habilidade para aprender com os eventos passados.
OC	Objetivos Conflitantes	São os fatores relacionados a conflitos entre objetivos, principalmente aqueles entre produção e proteção (segurança) do sistema. Podem incluir conflitos entre objetivos de segurança e de planejamento ou econômicos, além de conflitos entre direitos adquiridos de grupos ou indivíduos dentro da organização. Esses fatores são tipicamente caracterizados por uma supervalorização desses objetivos em detrimento da segurança operacional.
PP	Política e Procedimentos	Fatores relacionados à qualidade e adequação das políticas, procedimentos e padrões operacionais da organização. Isto envolve a aplicabilidade, clareza, atualidade, especificidade, disponibilidade e padronização de todas as instruções e especificações escritas.
GM	Gerenciamento da Manutenção	São os fatores relacionados ao gerenciamento dos equipamentos e administração das instalações dentro da organização. Normalmente esses fatores envolvem o planejamento, o agendamento, o recrutamento e a supervisão das atividades de conservação dos equipamentos e instalações. Inclui a efetividade com que é feita a seleção, a admissão, o treinamento e a supervisão do pessoal e das empresas contratadas.
EI	Equipamentos e Infraestrutura	Fatores relacionados ao projeto, qualidade, disponibilidade e usabilidade dos equipamentos do local de trabalho e outros dispositivos (<i>hardware</i>) usados no suporte das atividades da empresa. Este elemento inclui questões da interface homem-máquina que impactam no uso feito pelos operadores.
GR	Gerenciamento do Risco	Fatores relacionados com os sistemas, procedimentos, responsabilidades formais (<i>accountabilities</i>) e atividades na organização que são desenvolvidas para identificar, analisar, gerenciar e monitorar o risco.
GMU	Gerenciamento da Mudança	Fatores associados com planejamento, testes, implantações ou revisão de modificações significativas à estrutura organizacional, ou grande modificação na estruturação da filosofia de trabalho. O gerenciamento da mudança pode incluir também atividades pensadas para definir e inspirar novos valores, atitudes, normas e comportamentos na organização que deem suporte para novas maneiras de se trabalhar, de adaptar-se a novas tecnologias, e/ ou de superar a resistência às mudanças.
AE	Ambiente Externo	Fatores relacionados com os elementos do sistema de aviação que ficam fora da influência direta da organização, e que, ainda assim, podem ser considerados contidos no escopo e no potencial de influência da investigação da ocorrência. Provavelmente inclui questões de organização e gerenciamento estratégicos, fatores econômicos externos, requisitos regulatórios locais e internacionais, provisão de serviços de tráfego aéreos, projeto e manutenção de infraestrutura aeroportuária.

4 DISCUSSÃO

Existem diversos métodos e técnicas que auxiliam o instrutor no planejamento e na execução de sua disciplina ou curso. A escolha de recursos disponíveis e a estruturação da sequência mais eficiente à mudança de comportamentos, habilidades e atitudes dos alunos não é tarefa fácil. A ausência de treinamento de grande parte dos instrutores (*train the trainers*), em organizações provedoras de serviços aéreos, dificulta ainda mais a tarefa de aplicar treinamentos que gerem resultados adequados. Adicionalmente, tais profissionais enfrentam ambientes de trabalho nem sempre favoráveis pela falta de apoio ao treinamento, falta de recursos, pressão para resultados de produção e cultura incipiente de segurança, entre outros obstáculos.

A metodologia empregada pela EAAP no treinamento *Human Factors Flight Safety* apresenta estrutura bem delineada que admite ajustes, podendo ser empregada em treinamentos sucessivos e relacionados, com a simples alteração dos eventos estudados. O método aproxima o aluno, pois o mantém em um ambiente conhecido, permitindo alternar entre uso reativo e proativo na análise de informações na cadeia de eventos de segurança, ao solicitar que seja realizada a análise do ‘próximo acidente’ de uma organização.

Todavia, esta técnica deve ser usada em grupos com habilidade prévia no uso de métodos de análise integrada e sistêmica. Em termos didáticos, a alternância no uso hábil de métodos indutivos (do particular para o geral) e dedutivos (do geral para o particular) facilita o processo de ensino-aprendizagem.

A eficácia do método indutivo está ancorada em dois pontos importantes: o primeiro é o conhecimento prévio do aluno, que deve iniciar o treinamento após ter tido contato com modelos como o ‘Queijo Suíço’ e o ‘Acidente Organizacional’; e o segundo é a atuação eficiente do instrutor no primeiro estudo de caso, quando o aluno ainda aplica seus conhecimentos de forma menos estruturada na análise do acidente.

Nesse momento, é necessário considerar que o aluno ainda não aprendeu a traçar a trajetória do acidente desde aspectos extra organizacionais, como, por exemplo, a falta de incentivo público para melhorias na infraestrutura aeroportuária até aspectos operacionais, como o efeito no fim da trajetória, quando um piloto não identifica um obstáculo na aproximação final e colide contra o terreno.

O aluno também pode não estar habituado a identificar falhas latentes que não tenham contribuído para a cadeia de eventos e se o faz, pode não saber se deve ignorá-las ou considerá-las em sua análise. Isto é, falta-lhe método e taxonomia para executar a análise sistêmica e integrada das questões relacionadas aos Fatores Humanos existentes no acidente.

Por outro lado, a eficácia do método dedutivo está ancorada no aprendizado das regras, técnicas e métodos para, em seguida, aplicá-los nos exercícios. Este método acelera o

aprendizado de estruturas conceituais complexas, como SOAM, PIRATe e HFACS, exigindo do aluno a aplicação de diversos processos mentais superiores para empregar a técnica ensinada de forma correta.

A introdução de questões-chave nos quatro níveis de análise (envolvimento humano, condições inseguras, fatores organizacionais e barreiras falhas ou ausentes) leva o aluno do nível de entendimento para um patamar mais complexo do domínio cognitivo, onde é necessário interpretar as definições e selecionar, adequadamente, os elementos dispersos na estrutura do modelo estudado. Novos elementos são, progressivamente, introduzidos até que o aluno finalize seu trabalho em grupo, apresentando-o ao final para consolidar a compreensão e a aplicação dos novos modelos de análise sistêmica em ocorrências de segurança operacional, agora, de forma integrada.

As recomendações de segurança operacional que decorrem desta análise ressaltam condições sistêmicas em vez de condições individuais, com especial ênfase nos Fatores Humanos envolvidos na ocorrência, devendo ser construídas para abarcar barreiras (defesas), controles falhos e áreas de maior vulnerabilidade que tenham contribuído para o contexto inseguro, em vez de concentrar correções em comportamentos de profissionais diretamente envolvidos com a ocorrência.

5 CONCLUSÃO

O uso continuado de métodos e técnicas de análise sistêmica integrada dentro de organizações sociotécnicas complexas pode ajudar na garantia dos padrões de segurança operacional, beneficiando todo o sistema de aviação civil e militar. Este treinamento tem sido bem aceito de igual forma em outras áreas com interações complexas como no setor de energia nuclear, indústria química, transporte marítimo e ferroviário. A análise de eventos de segurança operacional, baseada em modelos de classificação e avaliação que contemplem Fatores Humanos, auxilia a organização no reconhecimento de suas fragilidades sistêmicas e na projeção de medidas corretivas de forma rápida e efetiva.

Instrutores que venham a utilizar estas metodologias devem considerar os conhecimentos prévios do aluno sobre falhas na organização e no sistema em que estejam inseridos. Todavia, falta-lhes, normalmente, o uso prático desse conhecimento na análise da própria organização, uma vez dominados o método e a técnica para fazê-lo, passam a contribuir para a garantia da segurança operacional objetivamente em sua esfera de atuação.

Portanto, a difusão desta metodologia de treinamento poderá ampliar a quantidade de profissionais que administram de forma eficaz as condições latentes em seu

ambiente de trabalho, de forma que tais condições não causem danos às pessoas, às propriedades e ao meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

À ANAC por possibilitar a minha participação nesse treinamento, aos revisores da revista Conexão SIPAER por suas sugestões de melhoria e à minha família pelo suporte incondicional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. (2010) Regulamento Brasileiro da Aviação Civil No. 121, *Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares*, Emenda no. 03, Brasília, [Online], Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC121EMD03.pdf> [18 Set 2014].
- Escudeiro, ML. (2010) *Dos buracos do queijo*, Carta de Segurança Operacional (On line), Disponível em: http://www2.anac.gov.br/carta/2_edicao_7_10_2010.pdf [14 Set 2014]
- Eurocontrol. (2005) *EAM2/GUI8: Systemic Occurrence Analysis Methodology (SOAM)*, 1st Edition, Brussels: Author, [Online], Available at: <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/275.pdf> [06 Sep 2014].
- Hayward, BJ, Lee, R, Pollack, K. (2013) *Human Factors in Flight Safety: SMS, Risk Management and Safety Investigation Course*, European Association for Aviation Psychology.
- Hayward, BJ, Lowe, AR, Branford, K. (2012) Creating safer systems: PIRATe (The Proactive Integrated Risk Assessment Technique) In: De Voogt, A, D'Oliveira, T.C. (Eds.), *Mechanisms in the Chain of Safety*, Farham: Ashgate.
- Reason, J. (1990) *Human Error*, New York: Cambridge University Press.
- Reason, J. (1991) Identifying the latent causes of aircraft accidents before and after the event, In: *Proceedings of the 22nd ISASI Annual Air Safety Seminar*, Canberra, Australia: ISASI.
- Reason, J. (1997) *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Aldershot, UK: Ashgate
- Shappell, SA & Wiegmann, DA. (2000) *The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS*. Final Report. DOT/FAA/AM-00/7. Washington, DC.

ANEXO I

Aplicação hipotética da PIRATe na análise sistêmica de acidente (Adaptado e traduzido de Hayward, Lowe & Bradford, 2012)

Fatores Organizacionais	Condições de Contexto	Envolvimento Humano	Barreiras falhas ou ausentes	Acidente
<p><u>Gerenciamento do risco</u> Inexistência de requisito para designação de substituto para o Agente de Carga</p> <p><u>Gerenciamento da força de trabalho</u> Contratação inadequada</p> <p><u>Responsabilidade formal</u> Inexistência de processo de verificação de conformidade</p> <p><u>Objetivos concorrentes</u> Pressão comercial</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inexistência de substituto para o Agente de Carga 	<p>Declaração errada de peso na <i>Load Sheet</i></p>	<p><i>Cross-check</i> da <i>Load Sheet</i></p> <p>Potência do motor</p>	<p>Falha do motor durante a decolagem</p>
<p><u>Gerenciamento de risco / Gerenciamento da manutenção</u> Considerada inadequada de questões relativas à operação de aeronaves antigas</p> <p><u>Gerenciamento da manutenção</u> Manuais com procedimentos obsoletos e complexos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção não garantiu requisito de potência do motor/não conformidade em teste de verificação da potência – realização incorreta 	<p>Piloto não conseguiu evitar o terreno</p>	<p>Condições de desempenho para altura mínima em relação a obstáculos no terreno</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aeronave colidiu com o terreno Perda total da aeronave
<p><u>Gerenciamento de risco</u> Autoridade não considerou implicações de segurança dos dados de relevo do terreno</p> <p><u>Cultura organizacional</u> Disponibilidade de simulador não considerada como vantagem para segurança</p> <p><u>Treinamento</u> Projeto fraco de treinamento/reforço inadequado dos princípios de CRM</p>	<ul style="list-style-type: none"> Não identificação de obstáculos na área interna do aeródromo Indisponibilidade de simulador Cenário de treinamento não representativo em relação às condições reais Falta de assertividade/inexperiência de copiloto 	<p>Copiloto não fez nenhuma intervenção</p>	<p>Reconhecimento de ameaças pelo piloto</p> <p>CRM (intervenção do piloto)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 9 vítimas fatais, 4 feridos graves
<p><u>Política e procedimentos</u> Inexistência de política de detalhamento de tripulação baseado em experiência</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inexistência de restrições em requisitos de experiência de copiloto 			

ANEXO II

Guia prático do Sistema de Classificação e Análise de Fatores Humanos (Escudeiro, 2010)

HFACS - Human Factor Analysis and Classification System / Gerência de Fatores Humanos na Aviação e Medicina de Aviação – GFHM / Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC										
Atos Inseguros		Pré-condições para Atos Inseguros		Supervisão Insegura				Influências Organizacionais		
Erros	Violações	Condições dos operadores abaixo dos padrões	Práticas dos operadores abaixo dos padrões	Supervisão inadequada	Planejamento impróprio das operações	Falha na correção de problema conhecido	Violação de supervisão	Gerenciamento de recursos	Clima organizacional	Processos organizacionais
Baseados em habilidades	<ul style="list-style-type: none"> Deixar de atuar de acordo com o briefing 	Estados mentais adversos	Má gestão de recursos de tripulação	<ul style="list-style-type: none"> Deixar de orientar, doutrina operacional, acompanhamento ou treinamento Deixar de verificar qualificações e desempenho 	<ul style="list-style-type: none"> Deixar de proporcionar dados corretos ou tempo adequado para o briefing Escalatória inadequada de pessoal Missão em desacordo com regras / regulamentação Deixar de proporcionar repouso adequado para a tripulação 	<ul style="list-style-type: none"> Deixar de corrigir documento com erros Não identificar um piloto em situação de risco Não iniciar ação corretiva Deixar de revelar tendências inseguras 	<ul style="list-style-type: none"> Autorizar risco desnecessário Deixar de reforçar regras e regulamentos Autorizar tripulação não qualificada a voar 	Recursos Humanos	Estrutura	Operações
<ul style="list-style-type: none"> Falha no "scan" visual Deixar de priorizar a atenção Acionamento acidental de controle de voo Omissão de uma etapa do procedimento Omissão de item de check-list Técnica inadequada Controle em excesso da aeronave 	<ul style="list-style-type: none"> Deixar de utilizar o altímetro radar Realizar uma aproximação não autorizada Violar regras de treinamento Realizar manobras de maneira excessivamente agressiva Deixar de se preparar adequadamente para o voo Realizar briefing de voo não autorizado Não ser qualificado para a missão 	<ul style="list-style-type: none"> Atenção canalizada Complacência Distração Fadiga mental Motivação excessiva para voltar ao lar Pressa Perda da consciência situacional Motivação deslocada Saturação da tarefa 	<ul style="list-style-type: none"> Falha na coordenação / comunicação Deixar de conduzir um briefing adequado Deixar de utilizar todos os recursos disponíveis Falha de liderança Má interpretação das chamadas de tráfego 					<ul style="list-style-type: none"> Recrutamento, seleção e treinamento Recursos Orçamentários Cortes excessivos Falta de verbas 	<ul style="list-style-type: none"> Cadeia de comando Delegação de autoridade Comunicação Responsabilidade formal por atos 	<ul style="list-style-type: none"> Tempo operacional Pressão do tempo Cotas de produção Incentivos Avaliação Planejamento deficiente
Decisão	<ul style="list-style-type: none"> Exceder intencionalmente os limites da aeronave Continuar voo em baixa altitude em condições VMC 	Estados fisiológicos adversos	Prontidão pessoal					<ul style="list-style-type: none"> Projeto inadequado Compra de equipamentos inadequados 	<ul style="list-style-type: none"> Admissão e Demissão Promoção Drogas e Alcool 	<ul style="list-style-type: none"> Padrões Objetivos claramente definidos Documentação Instruções
Percepção	<ul style="list-style-type: none"> Julgamento deficiente distância / altitude / velocidade Desorientação espacial Ilusão visual 	Limitações físicas e mentais							Cultura	Inspecção
		<ul style="list-style-type: none"> Tempo de reação insuficiente Limitação visual Incompatibilidade de inteligência / aptidão Capacidade física incompatível 							<ul style="list-style-type: none"> Normas e Regras Valores e Crenças Cultura Justa 	<ul style="list-style-type: none"> Gerenciamento de risco Programas de segurança