

## O ERRO NO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO: UMA ABORDAGEM CIENTÍFICA

Vagner Gomes Venâncio <sup>1</sup>

Artigo submetido em: 06/07/2011

Aceito para publicação em: 16/08/2011

**RESUMO:** O presente trabalho busca uma explanação dos erros aos quais os controladores de tráfego aéreo estão expostos no desempenho de suas funções profissionais. A principal motivação dessa explanação está na busca de ferramentas adequadas para que os erros sejam minimizados, ou até mesmo extintos. A explanação é realizada através de uma revisão dos trabalhos científicos que tratam do assunto, mostrando pontualmente, a fundamentação dos erros mais comuns observados no controle de tráfego aéreo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle de tráfego aéreo. Erro humano. Segurança de voo.

### 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das relações sociais sugere a necessidade de maior integração entre os membros da sociedade. Para tanto, a existência de um meio de transporte rápido vem ao encontro dessas necessidades encontradas pelos indivíduos. Sendo assim, a aviação torna-se um importante meio de integração entre os povos dado seu dinamismo. Especialmente no Brasil, a aviação tem mostrado consideráveis números em seu crescimento, mesmo durante a crise econômica mundial enfrentada recentemente. Conforme dados da INFRAERO, nos últimos anos, a indústria vem apresentando constante crescimento no número de usuários, chegando a um aumento de cerca de 120% na quantidade de passageiros transportados nos últimos oito anos.

Considerando que os acidentes aeronáuticos são percentualmente contabilizados em referência a quantidade de voos, o crescimento experimentado pelo setor levará ao aumento do número absoluto de acidentes. Com isso, o nível de desconfiança e cobrança da sociedade também se elevará, pressupondo a necessidade de incremento dos padrões de segurança existentes. (CUSTOS, 1997a)

---

<sup>1</sup> Bacharel em Ciências Econômicas pela UEL – Universidade Estadual de Londrina. Mestrando em Segurança na Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. [vagnervenancio@yahoo.com.br](mailto:vagnervenancio@yahoo.com.br)

Dentre os diversos fatores contribuintes ou determinantes para a ocorrência de um acidente ou incidente aeronáutico, destacam-se, por figurar na grande maioria destes, as falhas do elemento humano do sistema. (CUSTOS, 1997b).

A segurança é um elemento essencial na aviação, sendo que o desempenho humano é causa significativa de grande parte dos acidentes e incidentes aéreos. Com o uso de ferramentas adequadas o erro humano pode ser administrado, porém a administração do erro exige a compreensão dos indivíduos, bem como dos fatores organizacionais e institucionais envolvidos.

Albuquerque Filho (1991) cita que a segurança de voo é uma decorrência natural da prevenção de acidentes. Apesar da prevenção de acidentes focalizar o voo de uma aeronave, os seus trabalhos têm origem nas atividades de formação de pessoal, apoio, suprimento, manutenção, infraestrutura, etc. Nesse caso, a prevenção de acidentes é uma função que inter-relaciona e coordena todas as atividades direta ou indiretamente ligadas ao voo e deve estar presente em cada uma delas.

Neste contexto, o Controle do Espaço Aéreo figura como um importante elo, em que a implementação de políticas de segurança devem ser realizadas e, para que o Serviço de Controle de Tráfego Aéreo seja executado em seu nível ótimo, o gerenciamento da segurança operacional deve ser realizado constantemente, reduzindo a possibilidade de contribuição de erro do controle de tráfego a qualquer acidente aeronáutico ou incidente de tráfego aéreo.

Portanto, o entendimento da natureza científica dos possíveis erros aos quais os controladores de tráfego aéreo estão expostos pode tornar-se um importante instrumento para o desenvolvimento de defesas capazes de minimizar seus impactos operacionais.

## **2 O ERRO NO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO**

Notadamente, o erro humano tem sido variável presente na grande maioria dos acidentes aéreo registrados no mundo, independentemente de sua razão ou em qual esfera do sistema de aviação de onde o erro tenha sido originado. Um erro

ocorrido em um dos subsistemas da aviação, o controle de tráfego aéreo, também poderá ser o gerador de uma grande catástrofe.

Wiegmann (2000) enumera as seis maiores perspectivas do erro humano, todas com suas vantagens e desvantagens na avaliação de sua contribuição para determinado acidente. Sem nenhuma particularidade de ordem, Wiegmann expressa as perspectivas: cognitiva, ergonômica, organizacional, aeromédica, psicossocial e comportamental.

## **2.1 Falha Cognitiva**

Wiegmann (2003) coloca que o princípio da análise do erro humano sob a perspectiva cognitiva assume que a mente do operador envolvido trabalha e pode ser contextualizada como um sistema de tratamento da informação, considerando que uma mensagem enviada pelo ambiente onde o operador está situado poderá ser captada por algum dos sentidos humanos (visão, audição, etc) e será processado através de vários estágios ou operações mentais sendo posteriormente armazenado.

Shorrock (2005) afirma que a memória figura como uma ferramenta essencial para a determinação da consciência situacional do controlador de tráfego aéreo, alegando que lapsos de memória estão comumente associados a incidentes e acidentes de tráfego aéreo.

Shorrock, na mesma obra, também coloca que controladores de tráfego aéreo dependem, e muito, de sua memória no cumprimento de suas funções, independentemente de outras ferramentas que venham a utilizar.

Usando sua memória de trabalho, o controlador de tráfego aéreo pode realizar a codificação, o armazenamento e a recuperação de informações sobre o tráfego sob seu controle e sobre todo o ambiente operacional no qual está inserido. Apesar de algumas informações poderem ser apresentadas de maneira permanente com a utilização de outras ferramentas (e.g strips eletrônicas, apresentação radar,

cartas aeronáuticas utilizadas na console, etc.) o controlador de tráfego aéreo deve manter informações sobre a memória recente, como por exemplo, qual aeronave está em sua frequência, indicativos, rotas, níveis de voo, entre outras. Além disso, deve manter em sua memória outras informações importantes, que podem não estar disponíveis rapidamente, como solicitações dos pilotos, condições meteorológicas, cotejamentos e até mesmo de realizar as verificações necessárias em determinados intervalos.

Baddeley e Hitch (1974) *apud* Shorrock (2005), explicam que a memória de trabalho, citada anteriormente, possui três componentes: o centro livre executor, assemelhando-se a atenção com um laço fonológico e a visão espacial. O centro executor, que é o componente mais importante e versátil da memória de trabalho, lidando com as tarefas cognitivas demandadas e o *loop* fonológico, e bloco de desenho da visão espacial que são “componentes escravos” dos sistemas utilizados pelo centro executor. Cada um desses componentes da memória de trabalho tem sua capacidade limitada e são praticamente independentes uns dos outros, permitindo a realização de determinados tipos de multitarefas.

Considerando o controle de tráfego aéreo, cabe ressaltar que trata-se de um sistema extremamente dinâmico e complexo, em que inúmeras variáveis podem interferir nas ações, tanto dos pilotos de aeronaves como de controladores de tráfego aéreo. Cabe, ainda, a lembrança de que, em controle de tráfego aéreo, a variável “tempo” tem papel fundamental nas operações, uma vez que o modal aéreo se apresenta como a alternativa de maior velocidade no transporte de passageiros. Niessen (2001) ainda coloca que, no desempenho de suas funções, o controlador de tráfego aéreo ainda tem que perceber, compreender e antecipar inúmeras características e situações do tráfego enquanto novas aeronaves criam novas situações para se avaliarem.

Niessen (2001) também apresenta em seu trabalho, algumas das vulnerabilidades na formação do modelo mental do controlador de tráfego aéreo no desempenho de suas funções, alegando que, operadores de sistemas complexos,

como é o caso do controle de tráfego aéreo, recebem grande impacto em suas ações de qualquer tipo de alteração de seu meio de trabalho. Niessen explicita que inúmeras variáveis poderão afetar a cognição do controlador de tráfego aéreo, influenciando diretamente em sua consciência situacional. Endsley (1995) define como consciência situacional em controle de tráfego aéreo como sendo a percepção dos elementos de uma determinada situação juntamente com a disponibilidade de tempo e espaço, a compreensão de seu significado e a projeção de sua condição num futuro próximo, ou seja, o planejamento do tráfego em uma situação futura. Sendo assim, o controlador de tráfego aéreo deve ter a consciência das consequências de suas instruções em situações de tráfego futuras. Caso o controlador de tráfego aéreo perca qualquer informação importante, por qualquer motivo, terá implicação na ocorrência de erros.

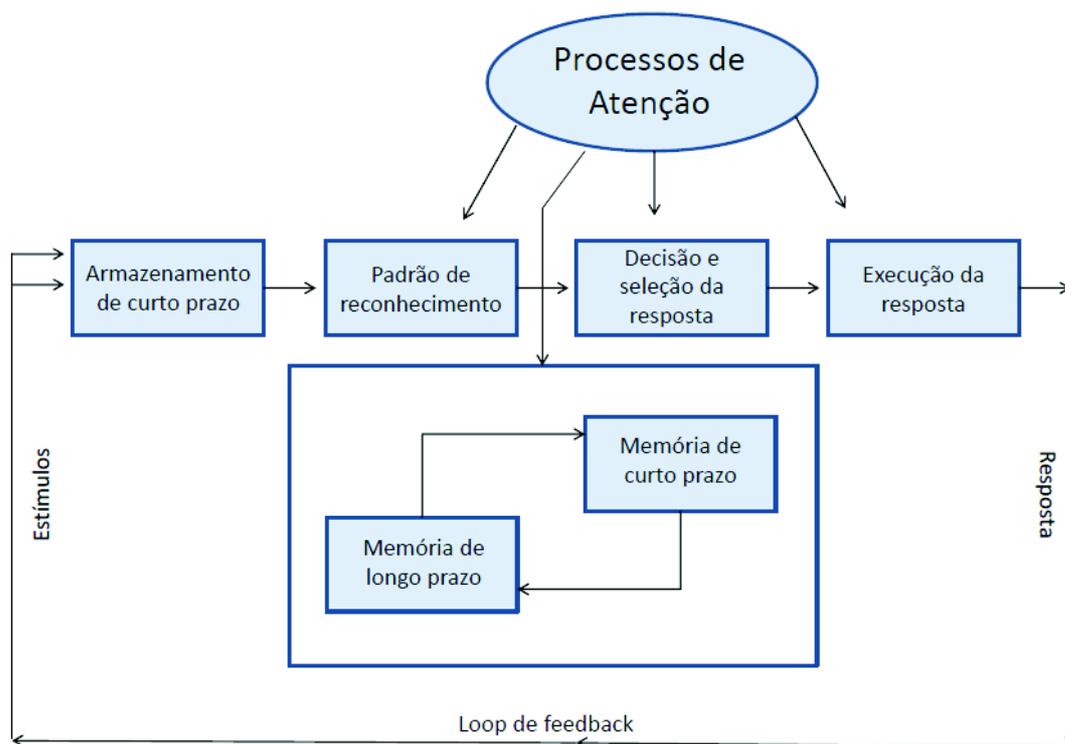


FIGURA 1 - Modelo de processamento da Informação  
 Fonte: Wiegmann e Shappel (2003) adaptado pelo autor

Whitfield e Jackson (1982) introduziram a perspectiva do modelo mental dos controladores de tráfego aéreo, cuja composição dispõe de informações estáticas (a

área de trabalho, os auxílios à navegação disponíveis, etc.) e de informações dinâmicas, que são aquelas provenientes das aeronaves em constante evolução no espaço aéreo.

Niessen (2001) alega que, na mesma linha de raciocínio, a consciência situacional do controlador de tráfego aéreo caracteriza-se pela junção de atividades subjetivas desempenhadas pelo operador em determinada situação.

Wiegmann (2003) explica que os estímulos provenientes do meio no qual o operador está inserido é convertido em impulsos neurais e armazenados em uma “memória de curto prazo” (*short term memory*). Num momento posterior, esse dado é comparado com padrões prévios armazenados na “memória de longo prazo” (*long term memory*) para que o operador consiga gerar uma representação mental do estado atual da situação a qual está sendo exposto. A partir dessa associação, o operador estará apto a decidir se a informação recebida demanda alguma necessidade de atenção ou pode ser simplesmente ignorada. Nos casos em que o operador encontra-se frente a situações que requerem ações imediatas, o operador passa a necessitar de ajustes até que a situação seja resolvida.

Utilizando o mesmo princípio anterior, Wickens e Flach (1988) propuseram o modelo de tomada de decisão exposto na Figura 2. Nesse modelo, um indivíduo vai experimentar uma variedade de pistas em seu ambiente para avaliar uma determinada situação. Essas pistas são então comparadas, com a base de conhecimento contido na memória de longo prazo, para que um diagnóstico preciso da situação possa ocorrer. Então, uma vez que o problema fora identificado, as escolhas têm de ser feitas a respeito de qual ação, ou ações devem ser tomadas. Esse processo exige uma avaliação das eventuais ações e utiliza um critério de avaliação de riscos para assegurar que uma resposta adequada seja empregada. Além disso, a qualquer momento do processo decisório, o indivíduo pode buscar informações adicionais para melhorar sua avaliação ou melhorar sua resposta, tal busca se pautará nas linhas de percepção e atenção do mesmo.

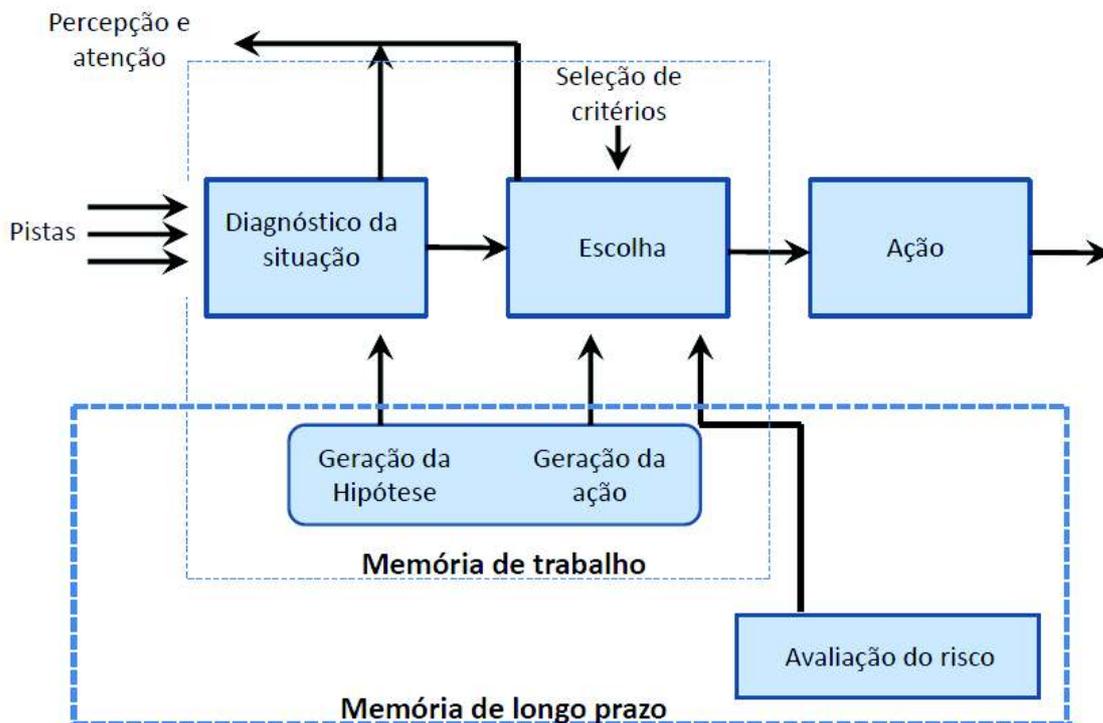


FIGURA 2 – Seleção de ações  
 Fonte: Wickens and Flach (1988) adaptado pelo autor

Infelizmente, o modelo apresentado também demonstra as inúmeras possibilidades de erros que podem ocorrer durante o processo decisório. Por exemplo, alguma importante informação poderá passar despercebida ou ser mal-interpretada, comprometendo a correta análise e percepção do contexto ou ainda o operador ter o correto entendimento, mas eleger a maneira de solucionar o problema de forma equivocada, admitindo riscos que podem levar a erros. Tal situação ainda poderá ser maximizada numa possível dificuldade de comunicação entre controladores e pilotos devido a problemas advindos dos equipamentos-rádio.

Wiegmann (2003) defende que, na teoria, as falhas dos processos cognitivos devem ser continuamente analisadas para que sejam estabelecidos processos de identificação e desenvolvimento de estratégias de defesas contra suas ocorrências para que, efetivamente, intervenham e mitiguem seus riscos associados.

Dentro de qualquer sistema complexo, a performance desempenhada pelo

elemento homem está diretamente associada a suas interações com os demais fatores presentes no próprio sistema. Heinrich (1980) explicita tal relação ao destacar que a relação entre tais fatores tem tamanha força que gera um “nó” inseparável entre os indivíduos, suas ferramentas e máquinas e seus ambientes de trabalho de forma geral.

Edwards (1988) expõe essa relação em seu modelo SHEL, que descreve os fatores básicos componentes de um sistema. O acrônimo revela as iniciais de tais fatores sendo a letra S representativa da palavra *Software*, além de também representar todo o arcabouço legal de determinado sistema. A letra H representa a palavra *Hardware*, ou seja, todos os equipamentos e ferramentas físicas necessárias para o desempenho da função. A letra E (*environment*) indica o ambiente de trabalho e a letra L (*liveware*) as relações humanas necessárias no sistema.

Mesmo colocando essas relações como componentes essenciais de qualquer sistema complexo, Edwards reconhece que o modelo gera uma infinidade de relações dificilmente identificáveis para que haja uma efetiva prevenção de todas as possibilidades de erro.

Sendo assim, uma maneira efetivamente eficaz de se fortalecer a prevenção de erros repousa no desenvolvimento de um sistema de informação objetivo, em que a informação é difundida a todos os níveis da organização de maneira rápida e clara, minimizando qualquer oportunidade de diferentes interpretações. Tal sistema é defendido por Wiegmann e Shappel (2003).

## **2.2 Falha Ergonômica**

Diferentemente das perspectivas anteriormente apresentadas sobre a motivação do erro operacional que enfatizam a habilidade de se processar as informações recebidas ou as interações efetuadas entre os diversos elos de um mesmo sistema, a perspectiva comportamental direciona sua análise na performance operacional, sendo a mesma guiada pela possibilidade de ganhos e a

busca de se evitar consequências indesejadas para o operador, conforme Skinner (1974).

Peterson (1971) propõe em seu modelo que a performance deriva da habilidade intrínseca de cada operador e de sua motivação que, por sua vez pode depender de inúmeros fatores. O processo de seleção pode facilitar a indicação de operadores com a habilidade necessária para o desempenho de determinada função, ainda que, sem o correto treinamento, sua performance poderá ser comprometida, o mesmo acontece com o fator motivacional, ou seja, independentemente de sua fonte, a motivação desempenha um importante papel no resultado operacional do indivíduo.

Wiegmann e Shappel (2003) citam o modelo apresentado por Peterson (Figura 3), alegando que este contribuiu muito para o melhor entendimento de fatores comportamentais e para a elevação da segurança operacional, mas apenas a habilidade do indivíduo e sua motivação não seriam as variáveis exclusivas para o correto entendimento de seu comportamento profissional.

Wiegmann e Shappel (2003) defendem que, no caso de se faltar motivação para se proceder de forma segura sob a ótica da segurança operacional, ou ainda, se o ganho em se proceder de maneira segura não seja “interessante” para o operador, este simplesmente não seguirá o que preconiza os procedimentos afetos, o que poderá contribuir para a ocorrência de um incidente e/ou acidente. Os autores ainda exemplificam o próprio sistema de aviação, onde a segurança operacional tende a se manter em níveis extremamente elevados, onde, mesmo assim, há situações que facilitam atos que atentem contra a essa segurança ou que punem aqueles que defendem a manutenção da segurança em detrimento a outros fatores organizacionais mais “importantes”. Como resultado, recentemente, as organizações têm investido em programas de segurança que enfocam justamente os fatores comportamentais dos operadores, buscando valorizar a manutenção de processos que assegurem que as regras sejam cumpridas, recompensando os que mantêm seus procedimentos operacionais corretos.

Desnecessário a afirmativa de que a manutenção de procedimentos afetos a segurança operacional têm apenas benefícios, no entanto, conforme Wiegmann e Shappel (2003) profissionais envolvidos em segurança da aviação nunca abraçaram totalmente a perspectiva comportamental. Ainda hoje, muitos questionam sua efetiva aplicabilidade. Fuller (1997) observou que talvez não se questione tanto sobre a motivação dos operadores em se tratando de segurança na aviação, pela própria consequência dos atos de seus operadores, que envolvem, muitas vezes, centenas de vidas humanas. Ainda assim, há atos inseguros que são, obviamente, ligados a fatores motivacionais. Sendo assim, profissionais e pesquisadores de fatores humanos, como Reason (1990) começaram a distinguir atos inseguros de motivação orientada, violações, de erros, de natureza cognitiva. Tal distinção é fato importante no desenvolvimento de processos que buscam otimizar a segurança operacional que qualquer setor de qualquer sistema.

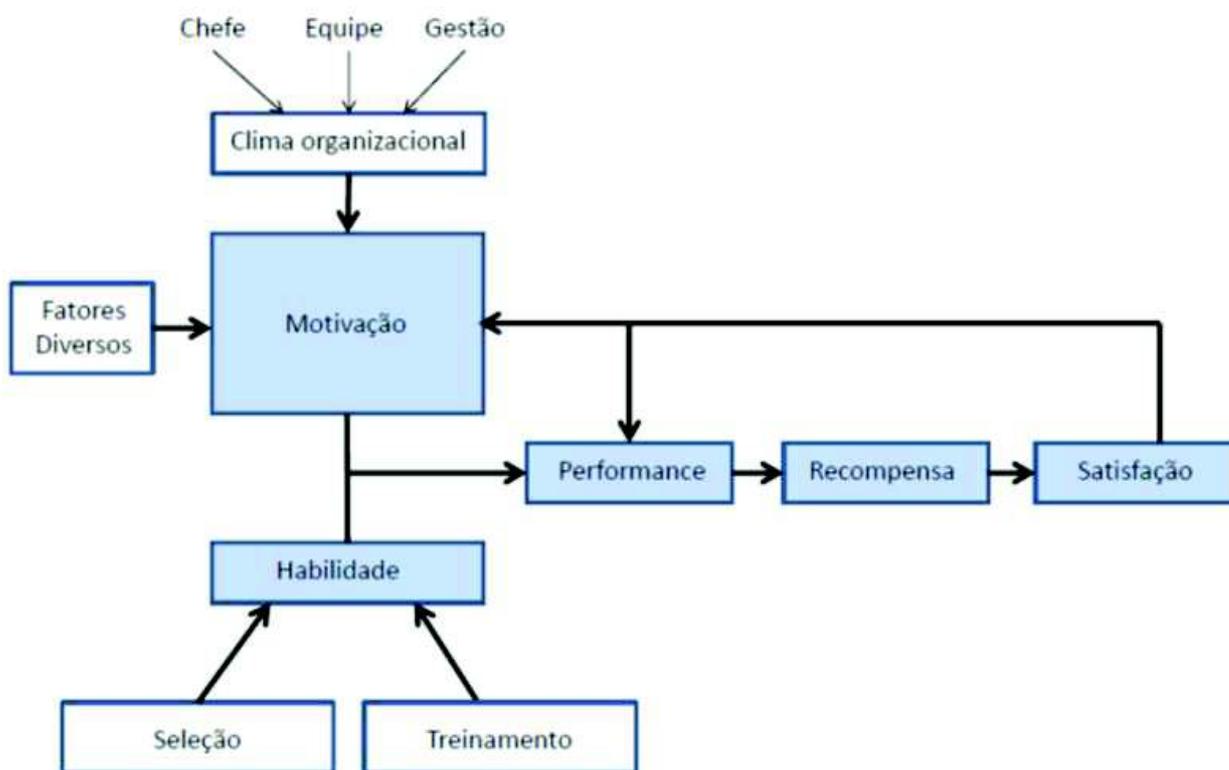


FIGURA 3 – Fatores afetos a motivação

Fonte: Wiegmann e Shappel (2003) adaptado pelo autor

### 2.3 Perspectiva Psicossocial do Erro

Conforme Kayten (1993), antes da década de 90 os modelos psicossociais foram ignorados pelos estudiosos da indústria da aviação. Então, durante essa década, psicólogos e investigadores de acidentes aeronáuticos começaram a estudar os aspectos interpessoais durante as operações, analisando o desempenho humano e seus possíveis erros cometidos. Lautman e Gallimore (1987) realizaram um estudo, analisando toda a indústria da aviação e constataram que 70 por cento de todos os acidentes resultaram de problemas encontrados na coordenação da tripulação ou na comunicação entre outras partes.

Desde então, as relações interpessoais tem sido objeto de estudos por psicólogos e engenheiros para se explorar um universo além das questões tradicionais dos projetos homem-máquina, abordando as complexas questões dos direitos humanos nas relações interpessoais. Mesmo os estudiosos que promovem a abordagem cognitiva dos erros, passaram a considerar o possível impacto dos fatores sociais nos processos de tomada de decisão. (ORASANU, 1993)

Como resultado de tais estudos foram, e estão sendo, desenvolvidas ferramentas para se minimizar a contribuição dos problemas inerentes à comunicação e à coordenação de equipes tais como o CRM (*Cockpit Resource Management*) para pilotos e o TRM (*Team Resource Management*), derivado do CRM. Tais ferramentas envolvem a educação e treinamento de tripulações e equipes com o uso de técnicas que permitem aos indivíduos se comunicarem de maneira mais clara, dividindo responsabilidades em situações de alta carga de trabalho buscando a efetiva resolução de conflitos.

As teorias anteriores, como a de Handon et al. (1964) defendiam posições radicais sobre a personalidade dos operadores, alegando que determinadas pessoas teriam predisposição em cometer erros e causar acidentes.

A FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION - FAA (ESTADOS UNIDOS, 1997) define o CRM como sendo o uso efetivo de todos os recursos, incluindo operadores, equipamentos e informações, buscando a otimização de qualquer operação,

tornando-a cada vez mais segura. Tal definição também pode ser aplicada ao TRM.

Wiegmann e Shappel (1999) alegam que outro objetivo dessas ferramentas (CRM / TRM) repousa na necessidade de se modificar atitudes no tocante a diferenças de autoridades dentro das equipes, onde outros pontos de vista devem ser levados em consideração e não exclusivamente o do comandante ou chefe de equipe.

## **2.4 Erro Organizacional**

Abordagens organizacionais tem sido utilizadas em várias indústrias há anos na tentativa de compreensão do erro humano, porém, tal abordagem ingressou no portfólio da aviação apenas no final da década de 90. Tal fato pode se justificar pela grande ênfase dispensada às aeronaves e aos seus pilotos nos primeiros anos da aviação. Então os profissionais de segurança da aviação passaram a analisar mais profundamente e encontraram o importante papel da organização na gestão do erro humano no processo de causalidade dos incidentes e acidentes aéreos. Como a organização se coloca nas decisões falíveis de gerentes, supervisores, e outros funcionários, diferencia estas perspectivas das outras.

Bird (1974) defende em sua chamada “Teoria dos Dominós” (figura 4) que o acidente torna-se o resultado natural de uma série de eventos ou circunstâncias que ocorrem em uma ordem fixa e lógica.

Bird descreve a natureza em cascata do erro humano, iniciando na inabilidade da organização de controlar suas perdas, exatamente com a dificuldade de se gerenciar o erro alheio.

Normalmente, todos os gestores estão incumbidos de estabelecer padrões de operação, medir o desempenho e implementar as correções que se façam necessárias para se garantir um produto ou serviço com a melhor qualidade possível. Caso tais processos não tenham o êxito desejado, as falhas / erros começam a aparecer. Tais falhas podem ter motivação diversa, como falha no treinamento de pessoal, conhecimento ou habilidade insuficiente para lidar com

determinada situação mais crítica, problemas físicos diversos, além de também poderem ser pautadas diretamente relacionada a execução de determinada tarefa, tais como: normas inadequadas, uso anormal de equipamentos, entre outras. Essas falhas ou causas imediatas, como se refere Bird, têm sido, historicamente, o foco dos diversos programas de segurança implementados pelas empresas.

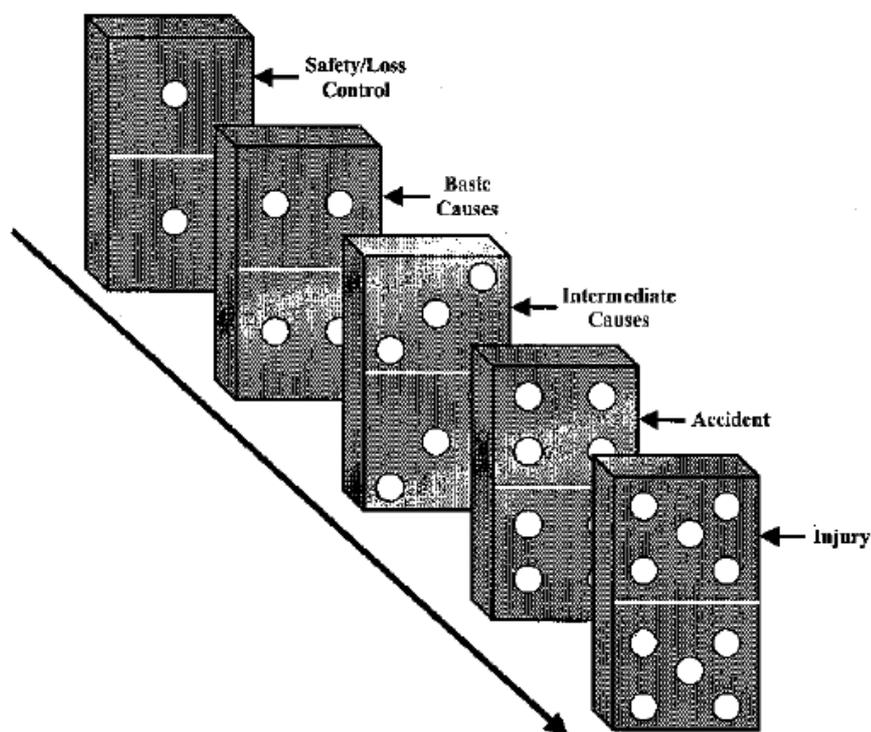


FIGURA 4 – Teoria dos Dominós  
Fonte: Reason (1990)

Bird define como causas imediatas os atos inseguros cometidos por operadores e/ou empregados, como o uso não autorizado de determinado equipamento, uso indevido dos dispositivos de segurança, etc. Em última análise, essas causas imediatas levam a ocorrência de acidentes ou incidentes.

Adams (1976) expandiu a teoria de Bird, incluindo elementos da estrutura de gestão, erros operacionais e erros táticos (tabela). Tal “reconstrução” permitiu o endereçamento das contribuições relativas aos empregados, supervisores e gerenciadores para a efetiva ocorrência do incidente ou acidente. Na realidade Adams traduziu as idéias originais de Bird para a operacionalidade das indústrias.

Ainda antes de Adams e Bird, Weaver (1971) já difundia importante ponto de vista sobre a ocorrência de erros operacionais, examinando, não apenas as efetivas “causas” dos acidentes, mas também questionando os motivos que levaram ao operador a atuar de maneira insegura, bem como se os responsáveis pela fiscalização de tais procedimentos tinham conhecimento de segurança para que o acidente fosse evitado. Enfim, o corpo gerencial teria o efetivo conhecimento das leis, códigos e padrões associados para a realização de tal tarefa de maneira completamente segura?

Caso afirmativo, teria então havido confusão por partes dos trabalhadores quanto aos objetivos? Será que estes objetivos estavam realmente claros para os operadores?

Tais perguntas, conforme Weaver, seriam profundas o suficiente para ocasionar uma investigação sobre as motivações subjacentes dos erros operacionais, fundamentadas nos processos de gestão.

Em 1994, Degani e Weiner propuseram outra interessante teoria sobre a efetiva manutenção da segurança operacional nas operações aéreas. Resumindo, sua teoria dos quatro “P’s”, integradas pelas palavras em língua inglesa, *management philosophy*, *policies*, *procedures* e *practices* (grifo nosso) que indicavam, respectivamente, uma ampla visão de como a organização conduzia o negócio (*business*), como as operações deveriam ser realizadas, especificações de como determinadas ações deveria ser executadas e como as tripulações agiam realmente durante as operações. De acordo com Degani e Weiner, todos esses fatores deveriam estar harmonizados para a presença da segurança operacional. Sendo assim, qualquer ambiguidade presente ou conflitos entre tais fatores poderiam representar o início da cadeia de eventos para um acidente.

Wiegmann e Shappell (2004) pontuam que essas teorias organizacionais tradicionais, como a Teoria dos Dominós e dos quatro “P’s”, impulsionaram a aviação para um elevado nível de comprometimento com a segurança operacional e adicionam que essas teorias organizacionais contribuíram para que houvesse uma

diferenciação de foco entre os métodos de controle de qualidade, produtividade e redução de custos e os métodos de prevenção de erros e acidentes nessa indústria. Afirmam ainda que, como consequência, os princípios e métodos desenvolvidos e estudados por um grande número de psicólogos trouxeram ganhos aos hábitos dos trabalhadores e processos da indústria da aviação, tais como: seleção, treinamento, incentivos e concepção organizacional. Tal contribuição também fora efetiva na redução de erro humano na aviação.

### 3 CONCLUSÃO

A exposição das diversas características às quais possam ser atribuídas à ocorrência do erro humano no controle de tráfego aéreo ou até mesmo na indústria da aviação como um todo, demonstra as inúmeras possibilidades de aplicação de ferramentas para que haja o impedimento do acontecimento indesejado. Embora cada perspectiva apresentada do erro humano tenha sua força, cada uma também tem suas fraquezas inerentes, onde os gestores devem atuar para enfraquecê-las ainda mais, através de supervisão constante, tanto da supervisão operacional em si como também dos fatores organizacionais correlatos, como treinamento, clima organizacional e controle dos riscos associados à operação.

### REFERÊNCIAS

ADAMS, E. Accident causation and the management system. **Professional Safety**, 1976.

ALBUQUERQUE FILHO, M. J. C. **ABC do Voo Seguro**. 2. ed. São Paulo: ASA, 1991.

BIRD, F. **Management guide to loss control**. Atlanta: Institute Press, 1974.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Acidentes Aeronáuticos na Aviação Civil Brasileira**. Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/estatisticas/aviacao\\_civil.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/estatisticas/aviacao_civil.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2011.

CUSTOS, riscos e segurança de voo 1. **Revista SIPAER**, n. 39, 1997a

CUSTOS, riscos e segurança de voo 2. **Revista SIPAER**, n. 40, 1997b

DEGANI, A.; WIENER, E. L. Philosophy, policies, procedures, and practice: the four "P's" of flight deck operations. In: JOHNSTON, N.; MCDONALD, N.; FULLER, R. **Aviation psychology in practice**. Aldershot: Ashgate, 1994.

EDWARDS, E. **Introductory overview**. Human factors in aviation. San Diego, CA. Academic Press, 1988

ENDSLEY, M. R. **Toward a theory of situation awareness in dynamic systems**. Human Factors 37. Elsevier, 1995.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Crew resource management training** (Report Number AC 120-51B). Washington DC: FAA, 1997.

FULLER, R. Behaviour analysis and aviation safety. In: JOHNSTON, N.; MCDONALD, N.; FULLER, R. **Aviation psychology in practice**. Aldershot: Ashgate, 1997.

HADDON, W. et. al. **Accident research: methods and approaches**. New York: Harper and Row, 1964.

HEINRICH, H. W.; PETERSEN, D.; ROOS, N. **Industrial accident prevention: a safety management approach**. New York: McGraw-Hill, 1980.

*INFRAERO. Movimento Operacional Acumulado da Rede INFRAERO. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatistica-dos-aeroportos.html>>. Acesso em: 10 mar. 2011.*

KAYTEN, P. J. **The accident investigator's perspective: cockpit resource management**. San Diego, CA: Academic Press, 1993.

LAUTMAN, L.; GALLIMORE, P. **Control of the crew caused accident: Results of a 12-operator survey**. Seattle: Boeing, 1987.

NIESSEN, C.; EYFETH, K. A model of the air traffic controller's picture. **Safety Science**, n. 37, 2001.

ORASANU, J. M. **Decision-making in the cockpit: cockpit resource management**. San Diego, CA: Academic Press, 1993.

PETERSON, D. **Techniques of safety management**. New York: McGraw-Hill, 1971.

RASMUSSEN, J. Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. **Journal of Occupational Accidents**, n. 4, 1982.

REASON, J. **Human error**. New York: Cambridge University Press, 1990.

SHORROCK, S. T. Errors of memory in air traffic control. **Safety Science**, n. 43, 2005.

SKINNER, B. F. **About behaviorism**. New York: Vintage Books, 1974.

WEAVER, D. Symptoms of operational error. **Professional Safety**, 1971.

WHITFIELD, D.; JACKSON, A. The air traffic controller's Picture as an example of mental Model. In: IFAC CONFERENCE ON ANALYSIS, DESIGN AND EVALUATION OF MAN-MACHINE SYSTEMS. **Proceedings...** London, 1982.

WICKENS, C. D.; FLACH, J. M. **Information processing**. Human factors in aviation. San Diego, CA. Academic Press, 1988.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. Human error and crew resource management failures in Naval aviation mishaps: a review of U.S. Naval safety center data. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, 1999.

WIEGMANN, D. A.; RICH, A.; SHAPPELL, S. A. **Human error and accident causation theories, frameworks and analytical techniques**. Savoy, IL: University of Illinois, 2000.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. **A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis**: the human factors analysis and classification system. Aldershot: Ashgate, 2003.

## **THE ERROR IN AIR TRAFFIC CONTROL: A SCIENTIFIC APPROACH**

**ABSTRACT:** The objective of this paper is to describe the errors which the air traffic controllers are exposed to when on duty. The main reason for this account is to search the appropriate management tools to minimize or even inhibit these errors. This paper consists of a scientific review of some previous research on the subject, pointing at the most common errors detected in air traffic control.

**KEYWORDS:** Air traffic control. Human error. Safety