

INCURSÃO EM PISTA: CONCEITO, CLASSIFICAÇÕES, FATORES CONTRIBUINTES E MEDIDAS PREVENTIVAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Alexander Coelho Simão ¹

Artigo submetido em 15/01/2010.

Aceito para publicação em 02/03/2010.

RESUMO: As incursões em pista sempre foram identificadas como uma das mais sérias ameaças à segurança operacional na aviação civil. Com o aumento do tráfego aéreo, o número de incursões tem crescido significativamente em todo o mundo. Análises de acidentes e incidentes mostram que os fatores que concorrem para esse tipo de ocorrência encontram-se agrupados, de forma geral, em três segmentos principais: a cabine de comando, o controle de tráfego aéreo e o ambiente aeroportuário. Medidas preventivas têm sido adotadas por toda a comunidade aeronáutica internacional visando ao aperfeiçoamento dos procedimentos de cabine e de controle de tráfego, das marcações e sinalizações de pista e da tecnologia disponível aos operadores. O objetivo deste trabalho é compilar informações técnicas e científicas atualizadas com vistas a proporcionar melhor entendimento das peculiaridades que envolvem as incursões em pista. Além disso, são apresentadas ao final algumas das mais modernas medidas tecnológicas que estão sendo implementadas para mitigar tais ocorrências.

PALAVRAS-CHAVE: Incursão em pista. Fatores contribuintes. Medidas preventivas.

1 INTRODUÇÃO

O pior pesadelo para qualquer piloto é a possibilidade de uma colisão com outra aeronave. A história mostra que ela pode ser tão catastrófica na terra quanto no ar. (ATSB², 2009).

Uma incursão em pista ocorrida em 27 de março de 1977, no Aeroporto de Los Rodeos, Tenerife, resultou no maior acidente aéreo da história da aviação mundial. A colisão entre duas aeronaves Boeing 747 - o KLM 4805 e o PanAm 1736

¹ Major Aviador da Força Aérea Brasileira. Instrutor de voo da Aviação de Transporte. Oficial de Segurança de Voo. Investigador Master de Acidentes Aeronáuticos. Mestrando em Aeronavegabilidade Continuada e Segurança de Voo pelo ITA. Realizou o curso Human Factors in Aviation Safety na University of Southern California - USC nos EUA. Atualmente é Chefe da Seção de Investigação do Sexto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. alexandersimao@gmail.com.

² AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU

- causou a morte de 583 passageiros e tripulantes (NTSB³, 2007).

Cerca de 70 investigadores da Espanha, da Holanda, dos Estados Unidos e das duas companhias aéreas participaram da investigação desse acidente aeronáutico. O Relatório Final concluiu que várias falhas latentes e ativas contribuíram para a consumação daquele que ficou conhecido como o Acidente do Século. Entretanto, o fator determinante para a colisão entre as duas aeronaves foi o início da decolagem do KLM, sem a autorização da Torre de Controle, enquanto o Pan Am ainda se encontrava taxiando pela pista (NTSB, 2007).

As incursões em pista, conhecidas no cenário internacional como *runway incursions*, são preocupação constante dos órgãos responsáveis pela aviação civil em todo o mundo e constituem atualmente uma das mais sérias ameaças à segurança de voo.

Desde que o NTSB, autoridade investigadora norte-americana, criou a *Most Wanted Transportation Improvements List*, em 1990, a redução dos índices de incursões em pista aparece como um dos principais objetivos a serem atingidos pela aviação nos EUA devido ao seu enorme potencial de risco (NTSB, 2007).

A Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO) cita em seu *Manual on the Prevention of Runway Incursions*: “*Runway incursions have sometimes led to serious accidents with significant loss of life. Although they are not a new problem, with increasing air traffic, runway incursions have been on the rise*” (ICAO, 2007).

A análise de acidentes e incidentes tem revelado que falhas no gerenciamento da cabine de comando, na infraestrutura aeroportuária e no controle de tráfego aéreo apresentam-se como seus principais fatores contribuintes (HUDSON, 2005).

James Reason (1995), renomado professor do Departamento de Psicologia da Universidade de Manchester, afirma que para se evitar uma trajetória de

³ NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD

oportunidades para a ocorrência de um acidente, defesas e salvaguardas de diversas ordens devem ser implementadas de forma a proteger o sistema dos danos operacionais causados pelos erros.

Em consonância com esse pensamento, a comunidade aeronáutica internacional, buscando solucionar o problema das incursões em pista, tem implementado medidas visando ao aperfeiçoamento dos procedimentos de cabine e de controle de tráfego, das marcações e sinalizações de pista e da tecnologia (FAA⁴, 2008a; ICAO, 2007; EUROCONTROL⁵, 2006; ATSB, 2004).

Algumas dessas barreiras são destacadas na parte final deste artigo. Dentro do ambiente aeroportuário, sistemas como o FAROS, o ASDE, o AMASS, o RWSL e o EFVS, entre outros, surgem para superar limitações físicas e cognitivas dos operadores e representam a derradeira salvaguarda para que a cadeia de eventos que conduz a uma incursão em pista seja desfeita.

2 ENTENDENDO INCURSÃO EM PISTA

Para melhor entendimento do que vem a ser considerada uma incursão em pista e, conseqüentemente, maior compreensão dos fatores que contribuem para esse tipo de ocorrência, faz-se necessário que se discorra brevemente sobre o conceito estabelecido pela ICAO e sobre as suas classificações.

2.1 Conceito

Até 2004, o termo incursão em pista possuía mais de 20 definições em todo o mundo (FAA, 2007a), o que prejudicava sobremaneira a elaboração de um banco de dados que permitisse avaliar adequadamente a situação de cada país e a adoção de medidas preventivas de forma abrangente.

⁴ FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION

⁵ EUROPEAN ORGANISATION FOR THE SAFETY OF AIR NAVIGATION
ISSN 2176-7777

Sensível a esse problema, no dia 25 de novembro de 2004, a ICAO, por meio de emenda ao documento 4444 PANS-ATM, passou a definir incursão em pista como “qualquer ocorrência em um aeródromo envolvendo a presença incorreta de uma aeronave, de um veículo ou de uma pessoa na zona protegida de uma superfície reservada aos pousos e decolagens de aeronaves” (ICAO, 2007).

A maior parte dos países-membros da Organização de Aviação Civil Internacional, inclusive o Brasil, adotou essa definição ainda naquele ano.

Conforme o FAA (2007), o principal benefício de existir uma definição globalmente aplicável é que ela cria a possibilidade de que sejam determinados os fatores comuns que concorrem para as incursões em pista. Com isso, fatores contribuintes recorrentes são revelados e os perigos que conduziram às ocorrências podem ser identificados, mitigados e, se possível, eliminados.

Dentro desse contexto, o EUA passou a empregar o conceito ICAO a partir de outubro de 2007, com a edição do *Notice JO 7050.1* (FAA, 2007b). Essa harmonização foi um importantíssimo passo para a prevenção das incursões em pista em termos globais, em virtude de ser o FAA o detentor do maior número de informações sobre o tema, tendo formado o seu banco de dados desde 1988 (FAA, 2008a).

2.2 Classificação

No cenário internacional, os casos de incursão em pista têm sido classificados, de forma geral, com base em três parâmetros principais: gravidade, frequência e tipo da ocorrência. Tais classificações podem ser descritas resumidamente conforme se segue:

2.2.1 QUANTO À GRAVIDADE

Quanto à gravidade das ocorrências, as incursões em pista são classificadas em quatro categorias de acordo com o potencial do risco oferecido (ICAO, 2007), quais sejam:

- A – Incidente grave no qual é necessária ação extrema para evitar a colisão;
- B – Incidente em que a separação está abaixo dos mínimos e há risco potencial de colisão, sendo requerida resposta corretiva ou evasiva em condições críticas;
- C – Incidente no qual o intervalo de tempo e/ou a distância são suficientes para que a colisão seja evitada; e
- D – Incidente que se encaixa no conceito de incursão em pista, mas que não apresenta consequências imediatas à segurança de voo.

2.2.2 QUANTO À FREQUÊNCIA

Nesse tipo de classificação, o FAA (2008a) registra o número de incursões ocorridas em cada aeroporto controlado, estabelecendo a razão entre a quantidade total de incursões em pista e o somatório das operações de pouso e decolagem.

Esses parâmetros trazem relevantes informações, sendo possível verificar, por exemplo, que, no caso dos EUA, apesar de todos os esforços, o número de incursões em pista vem crescendo numa razão maior que o aumento da atividade aérea. Ademais, permitem que sejam identificados os aeródromos mais críticos, além de fornecer uma base de comparação da eficácia de medidas preventivas adotadas por aeroporto (FAA, 2008a).

2.2.3 QUANTO AO TIPO

De acordo com o Runway Safety Report (FAA, 2008a), as incursões em pista podem ser divididas em três tipos de erros, quais sejam: erros dos pilotos, erros operacionais e erros de pedestres ou veículos (tabela 1).

Essa classificação refere-se basicamente ao tipo de erro cometido pelo último elemento da cadeia de eventos que levou à incursão e inclui pilotos, controladores, pedestres e condutores de veículos (FAA, 2008a).

Tabela 1 – Classificação das incursões em pista quanto ao tipo de erro.

ERROS DO PILOTO	O erro do piloto acontece quando o mesmo descumpre alguma regra de tráfego aéreo que venha a resultar em uma incursão em pista. Ocorre quando, por exemplo, no táxi para a decolagem, a aeronave cruza a pista em uso sem autorização da torre de controle.
ERROS OPERACIONAIS	Erro operacional é a ação de um controlador de voo que resulta em separação menor que a requerida entre duas ou mais aeronaves, ou entre aeronaves e veículos ou pessoas nas pistas de pouso e decolagem.
ERROS DE PEDESTRES OU VEÍCULOS	Erros de pedestres ou veículos são os relacionados a interferências desses elementos nas operações aéreas pela entrada, sem autorização, nas áreas de pouso ou decolagem. Nesse grupo encontram-se as incursões resultantes do taxiamento e tratoramento de aeronaves para serviços de manutenção ou reposicionamento no pátio de manobras.

Fonte: *Runway Safety Report* (FAA, 2008a).

3 ALGUNS CASOS

A incursão em pista ocorrida em Tenerife, em 27 de março de 1977, permanece como o maior acidente aéreo da história da aviação. Os momentos finais desse desastre mostram que a compulsão do comandante do KLM em decolar o mais rápido possível, aliada a fatores meteorológicos, problemas de comunicação e falhas no gerenciamento de cabine, impediram que ele percebesse que não fora emitida a sua autorização para decolagem e que o Boeing da Pan Am ainda se encontrava taxiando pela pista (NTSB, 2007).

Após o início da decolagem do KLM, os pilotos do Pan Am, ao perceberem as luzes da aeronave se aproximando em meio à neblina, aplicaram potência nos motores e efetuaram curva à esquerda para sair da pista. Todavia, a manobra não

foi suficiente para evitar a colisão. O KLM, em atitude de rotação, atingiu o Pan Am logo atrás da cabine de comando, causando a morte de 583 pessoas (NTSB, 2007).

Em 11 de outubro de 1984, um Tupolev Tu-154 colidiu com veículos de manutenção na pista principal do Aeroporto de Osmk, Rússia, tirando a vida de 174 pessoas que estavam a bordo da aeronave e de quatro trabalhadores que se encontravam em solo. Falhas no controle de tráfego revelaram-se como seus principais fatores contribuintes. O voo 3352 ainda é, nos dias atuais, o maior acidente aéreo ocorrido na Rússia (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2009).

No dia 1o de fevereiro de 1991, no Aeroporto de Los Angeles, EUA, um Boeing 737 da US Air colidiu durante o pouso contra um Fairchild Metro III da SkyWest Airlines, levando a óbito 34 pessoas. O último erro da cadeia de eventos que levou ao acidente foi classificado como erro operacional, qual seja, a autorização, por parte do controlador de voo, para o SkyWest alinhar na pista 27L a partir de uma interseção concomitantemente com a liberação do US Air para pouso na mesma pista (NTSB, 2007).

No dia 8 de outubro de 2001, no Aeroporto de Linate, Milão, um MD-87 da Scandinavian Airlines colidiu contra um Citation II durante a decolagem. Todas as 114 pessoas que estavam a bordo das aeronaves e quatro pessoas que se encontravam em um hangar morreram em decorrência desse acidente. A autoridade investigadora italiana conclui que, além dos erros ativos cometidos pelos pilotos do Citation, falhas latentes no *layout* do aeroporto e nos procedimentos do controle de tráfego contribuíram para aquela tragédia. É, até hoje, o acidente aéreo com maior número de vítimas fatais já acontecido na Itália (ANSV⁶, 2004).

Em 25 de julho de 2005, após o pouso na pista 09R do Aeroporto de Guarulhos-SP, o Pantanal 4753 foi autorizado pela torre de controle a cruzar a pista 09E pela interseção BB. Ato contínuo, o American Airlines 982, que realizava ponto de espera na pista 09E, foi autorizado a alinhar e decolar. Com o American já iniciando sua corrida de decolagem e o Pantanal na iminência de cruzar a pista, o

⁶ AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO
ISSN 2176-7777

controlador interveio na fonia para que ambas as aeronaves mantivessem suas posições. O American Airlines abortou sua decolagem, tendo conseguido parar próximo à interseção BB (BRASIL, 2005).

No dia 23 de julho de 2006, um Boeing 737-300 da United Airlines foi autorizado a decolar da pista 27L do Aeroporto Chicago O'hare, no mesmo instante em que um Boeing 747 da Atlas Air pousava na 14L. As duas aeronaves se cruzaram na interseção entre as duas pistas. O 737-300 foi obrigado a decolar com velocidade 10 nós abaixo da prevista para evitar a colisão, passando com sua fuselagem a 12 metros do 747 (NTSB, 2007).

4 FATORES CONTRIBUINTES

Vários são os fatores que podem contribuir para uma incursão em pista, entretanto, no transcorrer das investigações dos diversos casos ocorridos em todo o mundo foi observada a reincidência de alguns desses fatores, os quais podem ser agrupados em três campos distintos que interagem mutuamente: a cabine de comando, a infraestrutura aeroportuária e o controle de tráfego aéreo (HUDSON, 2005).

Para melhor compreensão, cada grupo será apresentado individualmente. Todavia, é importante salientar que a maioria das incursões em pista são fruto da combinação de diversos fatores existentes em cada um desses segmentos.

4.1 A Cabine de Comando

O ambiente da cabine de comando possui múltiplos elementos que podem contribuir para a ocorrência de uma incursão em pista, sendo todos os aspectos ligados essencialmente ao fator humano (HUDSON, 2005).

De acordo com o FAA (2008a), dentro desse universo, o tipo de erro mais comum é resultante de um cotejamento correto seguido de uma manobra não

autorizada. Em 2007, essa situação se repetiu em 44% dos erros cometidos por pilotos nas incursões ocorridas em aeroportos americanos.

Um dos fatores contribuintes para a recorrência desses erros é o desvio da atenção causado por conversas de ordem não operacional. Por isso, a adoção do conceito de cabine estéril durante as operações de táxi constitui importante medida preventiva (EUROCONTROL, 2006).

Desde agosto de 2007, todas as 112 empresas aéreas que operam a partir dos EUA estão incorporando ao treinamento de seus pilotos cenários que simulam as operações de táxi a partir do *pushback*; além disso, estão sendo revisados procedimentos para identificar fatores que contribuem para a distração dos pilotos durante a rolagem (GAO⁷, 2008).

A pouca experiência das tripulações nas operações em aeroportos de grande movimento e de complexa estrutura, associada ao uso incorreto das cartas de aeródromo também tem levado os pilotos a cometer erros (CARDOSI, 2001).

Um planejamento inadequado para o voo, no qual o piloto deixa de consultar todas as informações de solo disponíveis, pode acarretar o ingresso em pistas erradas. Nesse sentido, a *Advisory Circular 120-74A* (FAA, 2003a), orienta que as tripulações planejem as operações de táxi com o mesmo cuidado despendido ao planejamento das outras fases do voo.

A atenção voltada para o interior da cabine de comando quando da movimentação na área operacional tem levado a situações de risco. Um dos motivos, de acordo com o Plano Europeu para Prevenção de Incursões em Pista, é o alto grau de automatização alcançado pelas aeronaves.

Os modernos equipamentos possuem sistemas complexos que permitem a programação de praticamente todo o voo ainda no solo. Tal situação tem gerado uma enorme transferência da carga de trabalho da fase de voo para as operações de táxi. Esta evolução é irreversível e medidas preventivas apropriadas devem ser tomadas para resolver tal problema (EUROCONTROL, 2006).

⁷ GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE

Autorizações emitidas durante a rolagem também elevam a carga de trabalho das tripulações, diminuindo o nível de atenção. O EUROCONTROL (2006) traz recomendação no sentido de, sempre que possível, as autorizações de voo serem recebidas antes do início do táxi. Conforme o FAA (2008a), caso o táxi já tenha sido iniciado, é aconselhável que a autorização e o respectivo cotejamento sejam feitos somente após o cruzamento da aeronave pela pista em uso, caso seja necessária tal manobra.

Nos aeródromos não controlados, alguns pilotos não utilizam a fonia para informar sua posição ou o fazem na frequência errada. Há ainda os que se confundem e não reportam sua posição de forma clara. O baixo volume de tráfego e a familiaridade com esse tipo de aeródromo são fatores que contribuem para a complacência e a desatenção dos pilotos (FAA, 2003a).

Não é incomum ocorrerem situações em que ambos os pilotos estabelecem contato-rádio ao mesmo tempo, um com o órgão de controle e outro com a empresa, diminuindo sobretudo a atenção voltada para o ambiente externo. Relatórios de segurança de voo mostram que pronunciamentos do comandante aos passageiros durante a rolagem constituíram fontes de erros em muitas ocasiões (EUROCONTROL, 2006).

Em várias ocorrências, os pilotos assumem como confirmação de suas autorizações uma falta de resposta do controle ao seu cotejamento. “Todo cotejamento requer uma confirmação por parte do órgão de controle quanto à sua correção. Além disso, os pilotos, nas autorizações de cruzamento, pouso e decolagem, devem incluir o indicativo da pista em seus cotejamentos” (EUROCONTROL, 2006).

Pilotos menos experientes, quando na função de co-piloto, têm deixado de questionar os órgãos de controle e até mesmo o comandante da aeronave quanto às orientações recebidas. Outros são relutantes em pedir instruções de táxi progressivas e não param a rolagem, mesmo quando estão inseguros com relação a qual caminho seguir (CARDOSI, 2001).

Incidentes têm ocorrido quando pilotos aceitam autorização condicional antes de haver identificado corretamente o tráfego de referência. Em 2004, no Aeroporto de Munique, um piloto, realizando o ponto de espera em uma *taxiway* convergente à pista em uso, ao receber autorização para “alinhar e manter” após a passagem de um Airbus, cometeu uma incursão ao confundir a aeronave que ainda estava em aproximação final com outra, já em procedimento de decolagem (TAIC⁸, 2008).

A autoridade investigadora alemã concluiu que a tripulação da aeronave incursora não tinha condições de visualizar o setor de aproximação da pista e identificar a aeronave que executava o procedimento de pouso. Posteriormente, o prestador de serviço ATC alemão baniu autorizações condicionais conjugadas com pistas de táxi convergentes à pista principal (TAIC, 2008).

No Brasil, a ICA 63-21 - Programa para Prevenção de Ocorrências de Incursão em Pista no ATS (BRASIL, 2009b), emitida pelo DECEA, ratifica essa preocupação ao afirmar que quando se coordena os pontos para ingresso ou cruzamento de uma pista, as autorizações para aeronaves ou veículos terrestres não devem ser condicionadas ou emitidas com tráfego de referência. “Apesar das normas permitirem algumas autorizações condicionais, a prática de tais procedimentos deve ser limitada.”

4.2 A Infraestrutura Aeroportuária

O número de operações de solo aumentou significativamente nas últimas décadas. Para acomodar o crescimento do volume de tráfego, os aeroportos expandiram a infraestrutura existente, tornando o seu ambiente cada vez mais complexo (EUROCONTROL, 2006).

O *Lambert-Saint Louis International Airport*, aeroporto norte-americano com cinco pistas principais e dezenas de *taxiways*, é um dos maiores exemplos. Os

⁸ TRANSPORT ACCIDENT INVESTIGATION COMMISSION
ISSN 2176-7777

profissionais que trabalham em sua torre de controle gerenciam a impressionante média de 900 cruzamentos de pista todos os dias. Entre janeiro de 1997 e outubro de 2001, ocorreram nesse aeródromo nada menos que 38 *runway incursions* (FAA, 2003b).

Ainda com relação ao *layout*, verifica-se que a convergência entre pistas de táxi e pistas de pouso representa um desafio para pilotos e controladores. Pistas com múltiplas interseções, particularmente as que possuem pequenos ângulos de convergência, confundem os pilotos em operações noturnas devido ao grande número de luzes em sua lateral (CARDOSI, 2001).

O uso de múltiplos pontos de entrada na pista principal aumenta sobremaneira o risco de incursões, pois haverá mais locais de conflito assim como aumento na carga de trabalho dos controladores (TAIC, 2008).

A situação precária das sinalizações e sua utilização dentro de um padrão inadequado têm contribuído para interpretações errôneas de pilotos e motoristas, levando a conflitos entre aeronaves e veículos (ICAO, 2007).

Motoristas tendem a ter postura mais relaxada quando dirigindo em aeródromos não controlados ou com baixo volume de tráfego, deixando de observar com a atenção adequada as áreas de manobras das aeronaves (CARDOSI, 2001).

De acordo com a Flight Safety Foundation (2004), há situações em que, frequentemente, o piloto está se comunicando com a torre de controle enquanto o motorista do veículo coordena a sua movimentação pela área operacional com o controle de solo. “Há um declínio da consciência situacional, pois os pilotos, quando alinhados para a decolagem, ao perceberem um veículo cruzando a pista, não têm ideia de como ou por que aquilo está acontecendo ou, até mesmo, se o cruzamento foi autorizado.”

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo para evitar tais conflitos, estabelece que

Os veículos que necessitem transitar pela área de manobras deverão estar sujeitos à autorização de uma posição operacional da torre de controle do aeródromo. Os motoristas dessas viaturas

devem coordenar diretamente com o controlador, via rádio, a sua movimentação. Os procedimentos para movimento dos veículos também devem ser objeto de Carta de Acordo Operacional e estarão restritos, tanto quanto possível, às vias destinadas aos veículos terrestres (BRASIL, 2009b).

Além disso, conforme cita o EUROCONTROL (2006), é recomendável que o número de motoristas autorizados a dirigir na área operacional se restrinja ao mínimo possível.

A dificuldade da administração aeroportuária em manter sua cerca patrimonial é outro fator que tem gerado elevado número de ocorrências devido à entrada de pessoas na área operacional. Segundo a ICA 3-2 – Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Aviação Civil Brasileira (BRASIL, 2009a), emitida pelo CENIPA, as incursões em pista causadas por pedestres é a que mais se destaca no cenário nacional. Nos últimos seis anos ocorreram 762 ocorrências desse tipo, enquanto 257 foram ocasionadas por incursões de veículos e 72 por aeronaves.

4.3 O Controle de Tráfego

Dentro do controle de tráfego aéreo, pesquisas revelam que o fator contribuinte mais recorrente, responsável por 27% dos erros operacionais, refere-se a algum tipo de esquecimento do controlador de voo (CARDOSI; YOST, 2001).

Autoridades de aviação civil em todo o mundo recomendam que não devem ser emitidas autorizações em que a aeronave tenha de permanecer por mais de 90 segundos sobre a cabeceira. Dados europeus e americanos comprovam ser tal período de tempo demasiado longo para essa posição, permitindo que distrações e esquecimentos por parte do controlador venham a gerar uma incursão em pista (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004).

Em algumas investigações verificou-se que os controladores não haviam dado a devida atenção ao cotejamento das mensagens, deixando de efetuar correções necessárias para evitar conflitos de tráfegos (EUROCONTROL, 2006).

Nos EUA, segundo o FAA (2008a), erros de cotejamento respondem por 9% dos erros operacionais que resultaram em incursões.

Grande parte das incursões em pista, inclusive aquelas que redundaram em incidentes de tráfego aéreo e em acidentes aeronáuticos ocorreram, entre outros fatores contribuintes, por erro no entendimento das mensagens ATS. As falhas mais comuns são caracterizadas por abreviações das autorizações, numerais usados em grupo, omissão de indicativos de chamada e frases que incluem "certo", "okey" e "positivo". Dessa forma, é necessária a utilização da fraseologia aeronáutica prevista nas normas vigentes (BRASIL, 2009b).

Ainda com relação à fraseologia, verifica-se que problemas relativos à proficiência no uso da língua inglesa têm acarretado casos de incursão devido a entendimentos errôneos nas comunicações entre pilotos e controladores (EUROCONTROL, 2006).

Ademais, a diferença entre a fraseologia usada pelo FAA e pela ICAO por vezes gera problemas de interpretação das mensagens ao redor do mundo. Por exemplo, a expressão "*Position and hold*" para as regras do FAA é uma autorização para ingressar na pista e efetuar uma espera; já um termo parecido, "*Hold in position*", significa para a ICAO que a aeronave deverá parar imediatamente (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004).

Outro aspecto potencialmente perigoso para o surgimento de situações de risco é a similaridade dos códigos de chamada das aeronaves. Estudo baseado em incidentes ocasionados por incursões em pista verificou haver semelhança entre os códigos de chamada em todas as situações na qual um piloto aceitou a autorização de outra aeronave (CARDOSI; YOST, 2001).

Além disso, a prática de abreviar códigos de chamada tem sido identificada como elemento crítico para o decréscimo da segurança operacional no ambiente aeroportuário (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004).

Ainda de acordo com a Flight Safety Foundation (2004), as passagens de posição também constituem risco à segurança operacional.

As estatísticas demonstram que há uma incidência maior de incursões nos primeiros cinco minutos após um controlador assumir a posição de outro. Provavelmente isto ocorre porque o segundo controlador ainda está com um baixo nível de consciência situacional e não recebeu todas as informações relevantes (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004.).

Para alguns controladores, falar rapidamente pode ser economia de tempo e demonstração de eficiência, entretanto, em estudo simulado, chegou-se à conclusão de que nessas condições os erros de cotejamento dobraram (PRINZO; HENDRIX; HENDRIX, 2006). “É aconselhável que o controlador mantenha um ritmo que não exceda 100 palavras por minuto; uma pequena pausa antes e depois dos números torna-os mais fáceis de entender” (EUROCONTROL, 2006).

De um modo geral, constatou-se que alguns controladores, ao emitirem as autorizações de decolagem e pouso, olham somente para as aeronaves, deixando de fazer uma varredura visual da pista, confiando, a priori, que a mesma estará livre em razão de não ter sido emitida, anteriormente, autorização de ingresso para qualquer outra aeronave ou veículo (BRASIL, 2009b).

O decréscimo do nível de consciência situacional quando há diminuição da visibilidade ou aumento do volume de tráfego torna-se mais fácil, havendo tendência ao aumento da fadiga e, conseqüentemente, à desatenção no gerenciamento dos tráfegos. Entre 2001 e 2006, o NTSB identificou, em aeroportos americanos, quatro ocorrências graves de incursão em pista nas quais os controladores de voo cometeram erros devido à fadiga (GAO, 2008).

É importante ressaltar também que o potencial para a ocorrência de incursões está intimamente relacionado ao volume de tráfego aéreo. De acordo com o Transport Canada (2000), um incremento de 20% no volume de tráfego vai representar um aumento de 140% nos riscos de colisões por *runway incursions*.

Além disso, verifica-se que tal situação pode levar à adoção, por parte do controle, de procedimentos mais críticos para que a demanda seja atendida, como, por exemplo, decolagens e pousos simultâneos e separação mínima entre as aeronaves. De acordo com Reason (1995), os tipos de violação mais comuns nos

órgãos ATS ocorrem quando os controladores de voo tentam tornar o sistema mais eficiente, buscando aumentar a capacidade de tráfego do aeródromo.

5 MEDIDAS PREVENTIVAS

A partir da análise dos fatores que têm contribuído para as incursões em pista, estudos têm sido realizados com o objetivo de aperfeiçoar os procedimentos de cabine e de controle de tráfego aéreo, melhorar as marcações e sinalizações de pista e desenvolver tecnologias para alertar e elevar o nível de consciência situacional de pilotos, motoristas e controladores de voo (EUROCONTROL, 2006).

Com relação a marcações e sinalizações de pista, medidas simples e criativas podem ser adotadas para minimizar a incidência de incursões. Segundo o *Runway Safety Report* :

A key strategy for mitigating the risks of runway incursions involving conflicts with a takeoff aircraft came in September 2003 with the publication of Advisory Circular 120-74A. As stated in the AC, the standard operating procedure of turning on landing lights when takeoff clearance is received is a signal to other pilots, air traffic controllers, and ground personnel that the aircraft is moving down the runway for takeoff. All exterior lights, including the landing lights are also to be turned on when crossing a runway (FAA, 2008a).

Desde a implementação dessa medida, a incidência das incursões mais severas (categorias A e B), resultantes de cruzamentos à frente de aeronaves em procedimento de decolagem, sofreu decréscimo de mais de 20% (FAA, 2008a).

Outra medida que demanda baixo investimento e que merece ser destacada é a chamada *Enhanced Taxiway Centerline*, exigida pelo FAA como mandatória, a partir de 30 de junho de 2008, para todos os aeroportos americanos com mais de 1,5 milhões de embarques (FAA, 2008a).

A *Enhanced Taxiway Centerline* é uma marcação mais perceptível para os operadores, composta por linhas tracejadas na cor amarela em ambos os lados da linha contínua das *taxiways* nas proximidades das pistas de pouso e decolagem. Essa nova marcação tem por função aumentar a consciência situacional dos pilotos

e controladores de voo quando da aproximação das aeronaves às pistas (FAA, 2008a).

Medidas objetivando melhorar a visualização das marcações de pista, como a *Enhanced Taxiway Centerline*, são apenas parte do esforço para mitigar o risco das incursões. Outras ações têm sido tomadas no sentido de padronizar a fraseologia, elevar o nível de proficiência na língua inglesa, melhorar os procedimentos dos órgãos de controle de tráfego e aperfeiçoar o gerenciamento da cabine de comando (ICAO, 2007).

No entanto, a prática tem mostrado que todas essas barreiras muitas vezes não são suficientes para evitar que o erro humano aconteça. Dentro desse contexto, a tecnologia tem se revelado como a última salvaguarda para evitar que as temidas *runway incursions* se transformem em acidentes de dimensões catastróficas.

Dentre as medidas tecnológicas implantadas em aeroportos de todo o mundo, destacam-se sistemas como o *Runway Status Lights* (RWSL), o *Aiport Surface Detection Equipment* (ASDE), o *Airport Movement Area Safety System* (AMASS), o *Enhanced Flight Vision System* (EFVS) e o *Final Approach Runway Occupancy Signal* (FAROS).

O *Runway Status Lights* (RWSL) consiste em conjunto de luzes vermelhas instaladas na pista principal e suas interseções, controladas automaticamente por intermédio dos dados de um radar de superfície. Esse sistema visa proporcionar alerta situacional das condições da pista, informando a pilotos e motoristas quando uma pista está segura ou não para decolagem, cruzamento ou ingresso (FAA, 2009a).

Conforme cita o FAA (2009a), três aeroportos americanos já possuem o sistema instalado: Dallas, San Diego e Los Angeles.

Em 15 de maio de 2008, no Aeroporto Internacional de Dallas, o RWSL evitou a colisão do American Airlines 379, que já havia iniciado a sua corrida de decolagem, com o Mesaba Airlines 3675, que cruzava a pista em uma interseção à frente. Nesse aeroporto, segundo dados do *Federal Aviation Administration* (FAA,

2009a), houve redução de 70% no número de incursões em pista com o advento do RWSL.

O ASDE é uma ferramenta que permite ao controlador de voo detectar potenciais conflitos de solo, proporcionando cobertura detalhada do movimento em pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi e áreas de estacionamento. Os dados utilizados pelo ASDE são obtidos por meio de radares de aproximação, do transponder das aeronaves e de um radar de movimento de superfície, que pode ser instalado na torre de controle ou em torres remotas (FAA, 2008b).

Ao interpolar todas essas informações, o ASDE é capaz de determinar a posição e a identificação de aeronaves e veículos na superfície do aeroporto, assim como aeronaves voando dentro de uma distância de até 5 milhas. Os controladores podem ver as informações obtidas em um *display* colorido onde as posições das aeronaves e dos veículos ficam sobrepostas ao mapa de superfície do aeródromo (FAA, 2008b).

O *Airport Movement Area Safety System* (AMASS) é um sistema que fornece ao controle de tráfego alertas sonoros e visuais dos perigos de uma iminente incursão em pista por meio do processamento dos dados de vigilância do ASDE, do radar de vigilância de aeródromo e de um sistema automatizado de terminal (GAO, 2008).

O sistema de alerta trabalha com dados de posição, velocidade e aceleração das aeronaves em procedimento de pouso e decolagem, e com os dados de aeronaves e veículos no solo, emitindo sinal quando o deslocamento dos alvos indica que haverá comprometimento da segurança operacional (GAO, 2008).

O primeiro sistema AMASS foi instalado em 2001, no Aeroporto Internacional de San Francisco, EUA. Nesse mesmo aeroporto, no dia 26 de maio de 2007, tal sistema evitou a colisão entre o SkyWest 5741, um EMB 120, e o Republic Airlines 4912, um EMB 175, alertando o controlador de voo 15 segundos antes do impacto. Existe a previsão de instalação desse sistema em 40 aeroportos americanos.

O EFVS é um equipamento que possibilita aos pilotos melhor visualização da pista em condições de escuridão e baixa visibilidade. Baseado em imagens de sensores infravermelhos transmitidas a *head-up* ou *head-down displays*, foi inicialmente criado como auxílio para o pouso; entretanto, com o seu desenvolvimento percebeu-se sua importância para a segurança de voo como ferramenta de alerta situacional, no solo e no ar (FAA, 2008c).

Alguns equipamentos mais modernos provêm nível de visibilidade tão profícuo que habilita o piloto a identificar objetos mesmo com nevoeiro ou chuva. O EFVS foi idealizado para mitigar problemas relacionados às três principais preocupações da aviação mundial, quais sejam: incursão em pista, CFIT (*Control Flight Into Terrain*) e ALA (*Approach and Landing Accidents*).

O *Final Approach Runway Occupancy Signal* (FAROS) foi concebido como parte do esforço do FAA em atender recomendação de segurança emitida pelo NTSB para o desenvolvimento de um sistema que emitisse alerta direto às tripulações quanto à possibilidade de colisão causada por *runway incursion* (NTSB, 2007).

O FAROS utiliza o Precision Approach Path Indicator (PAPI) para avisar aos pilotos, por emissão de *flashes*, que há algum tipo de interferência na pista autorizada para pouso. Esse sistema foi testado com sucesso no *Long Beach Airport* e começou sua avaliação operacional no Aeroporto Internacional de Dallas, em setembro de 2008 (FAA, 2009b).

A ideia para o desenvolvimento desse sistema surgiu em 1991, após a incursão em pista que vitimou 34 pessoas no Aeroporto de Los Angeles, quando a aeronave da SkyWest ingressou na pista 27L, autorizada pela torre de controle, sendo atingida pelo Boeing 737 da US Air que pousava. Segundo especialistas, esse e outros acidentes ocasionados por erros operacionais poderiam ser evitados com um sistema que fornecesse informações diretamente aos pilotos (FAA, 2009b).

6 CONCLUSÃO

No presente artigo foram apresentados o conceito, as classificações e os fatores que têm contribuído para os casos de incursão em pista em todo o mundo, assim como algumas medidas preventivas que estão sendo desenvolvidas e implantadas com vistas a diminuir o potencial de risco relativo a esse tipo ocorrência.

Uma política de segurança operacional para as pistas de pouso e decolagem é componente vital para a segurança de voo na aviação civil. Como mostram os bancos de dados, as circunstâncias que rondam uma incursão em pista diferem consideravelmente e surgem, na maioria das vezes, em função de uma complexa mistura de fatores contribuintes pertencentes a três segmentos principais: a cabine de comando, a infraestrutura aeroportuária e o controle de tráfego aéreo (HUDSON, 2005).

Essa constatação comprova, de forma indiscutível, que a solução para o problema das incursões em pista requer a participação efetiva de todos os profissionais envolvidos nas atividades operacionais: pilotos, motoristas e controladores de voo (ICAO, 2007).

Ademais, para se obter sucesso na prevenção de incursões em pista deve-se estar monitorando diuturnamente o papel desempenhado pelo ser humano concomitantemente com a utilização das mais modernas tecnologias no ambiente aeroportuário. Desse modo, a necessária vigília preventiva não sofrerá solução de continuidade, afastando a indesejável presença de qualquer tipo de falha humana e evitando que tragédias como a ocorrida em março de 1977, em Tenerife, se repitam.

REFERÊNCIAS

AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO (Itália). **Final Report** – Accident Involved Aircraft Boeing MD-87, registration SE-DMA and CESSNA 525-A, registration D-IEVX - Milano Linate Airport - October 8, 2001. Roma, 2004. Disponível em: <<http://www.ansv.it/cgi-bin/eng/FINAL%20REPORT%20A-1-04.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2009.

AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. **Runway Incursion: 1997 to 2003**. Adelaide, 2004. Disponível em: <http://www.atsb.gov.au/media/36870/Runway_incursions_1997_to_2003.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2009.

_____. **Analysing Runway Incursions**. Disponível em: <<http://www.atsb.gov.au/aviation/editorials/analysing-runway-incursions-.aspx>>. Acesso em: 10 dez. 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório de Incidente Grave**. Brasília, 2005.

_____. **ICA 3-2: Programa de Prevenção de Acidentes da Aviação Civil Brasileira para 2009**. Brasília, 2009a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 63-21: Programa para Prevenção de Ocorrências de Incursão em Pista no ATS**. Brasília, 2009b.

CARDOSI, K. **Runway Safety: It's Everybody's Business**. U. S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Washington, EUA, 2001. Disponível em: <<http://www.faa.gov/RunwaySAFETY/pdf/handbook.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2009.

_____; YOST, A. **A Controller and Pilot Error in Airport Operations: A Review of Previous Research and Analysis of Safety Data**. DOT/FAA/AR-00-51. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Washington, 2001.

EUROCONTROL. **European Action Plan for the Prevention of Runway Incursions**. Bruxelas, Bélgica, 2006. Disponível em: <http://www.eurocontrol.int/runwaysafety/gallery/content/public/docs/EAPPRI%201_2.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2009.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). **Advisory Circular AC 120-74A - Flightcrew Procedures During Taxi Operations**. Washington, 2003a. Disponível em: <[http://rgl.faa.gov/REGULATORY_AND_GUIDANCE_LIBRARY/RGADVISORYCIRCULAR.NSF/0/331ca20530e3d4b086256dc000565d82/\\$FILE/AC120-74A.pdf](http://rgl.faa.gov/REGULATORY_AND_GUIDANCE_LIBRARY/RGADVISORYCIRCULAR.NSF/0/331ca20530e3d4b086256dc000565d82/$FILE/AC120-74A.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2009.

_____. **Introduction to Runway Safety**. Washington, 2003b. Disponível em: <http://www.faa.gov/airports/runway_safety/ace/training_presentations/media/2.ppt>. Acesso em: 21 dez. 2009.

_____. **Report on Runway Incursions: Progress has Been Made in Reducing Runway Incursions, but Recent Incidents Underscore the Need for Further Proactive Efforts**. Report Number AV-2007-050. Washington, 2007a. Disponível em: <<http://www.oig.dot.gov/StreamFile?file=/data/pdfdocs/av2007050.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

_____. **Notice J O 7050.1**. Washington, 2007b. Disponível em: <http://www.faa.gov/training_testing/training/ReducingPDs/media/Handouts/NOTICE_7050-1_ICAO-Definition_092807.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2009.

_____. **Runway Safety Report**, Washington, 2008a. Disponível em: <http://www.faa.gov/airports/runway_safety/media/pdf/RSReport08.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2009.

_____. **Direct Cockpit Alerting using ASDE-X Runway Collision Safety Logic**. ICAO ASP04, May 19 – 23, 2008, Bangkok, Thailand. Washington, 2008b. Disponível em:

<<http://www.icao.int/anb/panels/scrsp/meetings/ASP%20Working%20Group%2019%20to%2023%20May%202008r/WP%20ASP04-47R1%20Direct%20Cockpit%20Alerting.ppt>>.

Acesso em: 11 dez. 2009.

_____. **Enhanced Flight Visual System (EFVS)**. Washington, 2008c. Disponível em: <

[http://www.casa.go.kr/fssco2008/imagefile/9.%20Enhanced%20Flight%20Vision%20Systems\(EFVS\)\(Mr.%20Smith_FAA\).pdf](http://www.casa.go.kr/fssco2008/imagefile/9.%20Enhanced%20Flight%20Vision%20Systems(EFVS)(Mr.%20Smith_FAA).pdf)>.

Acesso em: 12 dez. 2009.

_____. **Runway Status Lights (RWSL) – Operational, Evaluation and Experience**. Washington, 2009a. Disponível em: <http://www.eurocontrol.int/corporate/gallery/content/public/event_docs/090429_runwaystatuslights_paris_airport/FAA_RWSL-Stop%20Bar%20Workshop.pdf>.

Acesso em: 20 dez. 2009.

_____. **Operational Evaluation of FAROS - Final Approach Runway Occupancy Signal**.

Washington, 2009b. Disponível em: <http://acast.grc.nasa.gov/wp-content/uploads/icns/2006/07_Session_B2/06-Figueroa.pdf>.

Acesso em: 20 dez. 2009.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **European Air Traffic Controllers Assert Influence to Prevent Runway Incursions**. Alexandria, EUA, 2004. Disponível em: <<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/261.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2009.

_____. **Accident Safety Network: accident description**. Disponível em: <<http://www.aviation-safety.net/database/record.php?id=19841011-0>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE (Estados Unidos). **Progress on Reducing Runway Incursions Impeded by Leadership, Technology, and Other Challenges**. Washington, 2008.

Disponível em: <<http://www.gao.gov/new.items/d08481t.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2009.

HUDSON, P. Centre for Safety Studies. University of Leiden. **Human Factors in Runway Incursion Incidents**. ICAO Runway Safety Seminar, Moscow, set., 2005. Disponível em:

<http://www.paris.icao.int/documents_open_meetings/download.php?maincategory=40&subcategory=49&file=runway_moscow_20051212_pres4.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2009.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Manual on the Prevention of Runway Incursions**. Montreal, Canadá, 2007. Disponível em: <http://www.icao.int/fsix/_Library%5CRunway%20Incursion%20Manual-final_full_fsix.pdf>.

Acesso em: 11 dez. 2009.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (Estados Unidos). **Airport Runway Accidents, Serious Incidents, Recommendations, and Statistics**. Washington, 2007. Disponível em:

<http://www.nts.gov/events/symp_ri/RI_Fact_Sheet.doc>. Acesso em: 13 dez. 2009.

PRINZO, O. V.; HENDRIX, A. M.; HENDRIX, R. **The Outcome of ATC Message Complexity on Pilot Readback Performance**, Washington, EUA, 2006. Disponível em: <<http://www.faa.gov/library/reports/medical/oamtechreports/2000s/media/200625.pdf>>.

Acesso em: 20 dez. 2009.

REASON, J. **Beyond Aviation Human Factors**. Ashgate. Burlington, USA, 1995.

TRANSPORT ACCIDENT INVESTIGATION COMMISSION (Nova Zelândia). **Runway Incursion - A** review based on Transport Accident Investigation Commission Report 07-005. Apresentado no Australia & New Zealand Societies of Air Safety Investigators Annual Seminar. Adelaide, Austrália, 2008. Disponível em: <<http://asasi.org/papers/2008/Runway%20Incursions%20Presented%20by%20Peter%20Williams.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2009.

TRANSPORT CANADA. National Civil Aviation Safety Committee. Sub-Committee on Runway Incursions. **Final Report**. Ottawa, 2000. Disponível em: <<http://www.docstoc.com/docs/11812996/National-Civil-Aviation-Safety-Committee-Sub-Committee-on-Runway-Incursions-final-report-September-14-2000>>. Acesso em: 13 dez. 2009.

RUNWAY INCURSION: DEFINITION, CLASSIFICATION, CONTRIBUTING FACTORS, AND PREVENTIVE MEASURES

ABSTRACT: Runway incursions have always been identified as one of the most serious threats to safety in civil aviation. With increasing air traffic, the number of incursions has grown significantly around the world. The analysis of accidents and incidents shows that the factors contributing to this type of occurrence are generally grouped in three main segments: the cockpit, air traffic control and airport environment. Preventive measures have been adopted by the entire international aviation community, aimed at improving cockpit and air traffic control procedures, markings and runway signs, as well as the technology available to operators. The purpose of this paper is to compile up-to-date technical and scientific information in order to provide a better understanding of the peculiarities involving runway incursions. Moreover, the article includes some of the most modern technological measures that are being implemented to mitigate such occurrences.

KEYWORDS: Runway incursion. Contributing factors. Preventive measures.