



# UFCD [5792] – Factores Humanos

---

## Acidente de Trabalho



## *Aeroporto de Los Rodeos Tenerife*

---

**Formador: Luís Martins**

Nota: Muito Bom

*Formandos:*

*António Caldeirinha*

*Luís Fanha*

*Nuno Alves*

*Rui Dias*



## Índice

<a href="#"><u>Introdução</u></a> .....	3
<a href="#"><u>Descrição do Acidente</u></a> .....	4
<a href="#"><u>Causas</u></a> .....	7
<a href="#"><u>Consequências</u></a> .....	9
<a href="#"><u>Medidas Preventivas Adoptadas</u></a> .....	9
<a href="#"><u>Esquema do Acidente</u></a> .....	11
<a href="#"><u>Conclusão</u></a> .....	12
<a href="#"><u>Bibliografia</u></a> .....	13

## Introdução

A noção de voo e a vontade de voar está enraizada ao longo da história do homem. O início do século XX constitui a “Era Pioneira” no que a aviação diz respeito e com a primeira guerra mundial veio a “Era de Ouro”. Os voos comerciais trouxeram um risco adicional à aviação com a utilização da locomoção aérea para transporte de passageiros, começando com voos com pouca capacidade de transporte para aviões actuais com mais de 500 lugares de capacidade.

O objectivo deste trabalho passa por analisar um acidente aéreo nas suas causas, consequências e conseguir dentro do possível identificar possíveis medidas de prevenção. Será necessário também esquematizar a árvore de falhas com o relacionamento hierárquico entre as principais falhas do acidente. O desastre aéreo escolhido pelo grupo para analisar ocorreu a 27 de Março de 1977, um domingo, em Tenerife, no Aeroporto de Los Rodeos, é considerado um dos piores acidentes de sempre na aviação comercial, senão o pior, sendo o acidente, até à data, com mais vítimas mortais registadas. Esse desastre envolveu dois aviões de grande porte, *Jumbo* Boeing 747, um deles pertence a uma empresa holandesa Royal Dutch Airline (KLM) e o outro da estadunidense Pan American World Airways (Pan Am), que chocaram na pista do aeroporto resultando na morte de 583 e ferindo outras 61 (embora 9 desses 61 tenham morrido devido a ferimentos posteriormente). Neste trabalho será abordado o acidente tendo como foco o avião da companhia holandesa KLM.



## Descrição do Acidente

O acidente entre os dois *Jumbo* Boeing 747, da KLM e da Pan Am, ocorreu ainda com os aviões na pista, onde aconteceu a colisão entre os dois aviões.

A história do acidente começa com os aviões ainda no ar e em direcção ao aeroporto de Las Palmas na ilha Gran Canária. Nessa manhã de domingo ocorreram duas fortes explosões nesse aeroporto, fruto de dois atentados terroristas, o que fez com que alguns voos destinados ao aeroporto tivessem de ser redireccionados para os aeroportos mais próximos. Foi o caso destes dois aviões que foram enviados para o aeroporto de Lo Rodeos, na maior ilha do arquipélago, em Tenerife.

Embora tenham sido redireccionados para a maior ilha do arquipélago, o aeroporto de Los Rodeos era mais pequeno do que o aeroporto de Las Palmas, tendo apenas uma pista e pouco espaço para o estacionamento dos aviões em espera. O KLM aterrou em Los Rodeos às 13h38 com um total de 248 pessoas (14 tripulantes) enquanto o Pan Am aterrou perto das 14h15 com um total de 394 pessoas (16 tripulantes). Tendo em conta o imprevisto do estacionamento de diversos aviões de grande porte num aeroporto de pequena dimensão, o KLM acabou por ficar parado num local que impossibilitava que o Pan Am descolasse antes do KLM, ficando o Pan Am dependente do KLM para partir.

O comandante do KLM estaria bastante preocupado com o limite de tempo da jornada de trabalho da tripulação que liderava, isto porque caso a partida de Tenerife para Las Palmas demorasse muito, o voo teria de ser interrompido e outra tripulação enviada de Amesterdão para assumir o voo de volta à capital da Holanda, o que certamente demoraria cerca de 12 horas e deixaria os passageiros insatisfeitos. Olhando a esse facto e para poupar tempo, o comandante decide reabastecer o avião no aeroporto de Los Rodeos, ganhando assim 30 minutos na escala em Las Palmas. No entanto, esse reabastecimento acaba por impossibilitar o Pan Am de descolar e ao mesmo tempo agrava-se de uma forma muito acentuada as condições climatéricas, levantando-se um nevoeiro muito denso, tornando a visibilidade muito perto da nula e fazendo com que a orientação dos aviões seja feita apenas por transmissão rádio e sem contacto visual.

Às 16h51 o KLM pede autorização para descolar, sendo informado que se deveria dirigir para a cabeceira (zona 30 da imagem) da única pista do aeroporto, fazer uma rotação de 180 graus e

avisar quando estivesse nessa posição pronto a iniciar a decolagem. Por seu turno o Pan Am faria o mesmo percurso, pela pista, dirigindo-se para o mesmo local, de modo a ficar atrás do KLM e descolar depois do mesmo. A falta de marcação das saídas na pista e o facto de o aeroporto não estar dimensionado para estes aviões de grande porte (*Jumbo*), assim como alguma confusão na comunicação entre a torre e o comandante da Pan Am, faz com que o Pan Am falhe a saída para que foi enviado (C-3 da imagem) e faça o Pan Am ter de se dirigir para a próxima saída (C-4). Tendo em conta o avião de grande porte seria a saída indicada, visto se exigia apenas uma curva de 45 graus contrapondo com a curva de 135 graus necessária na saída C-3.

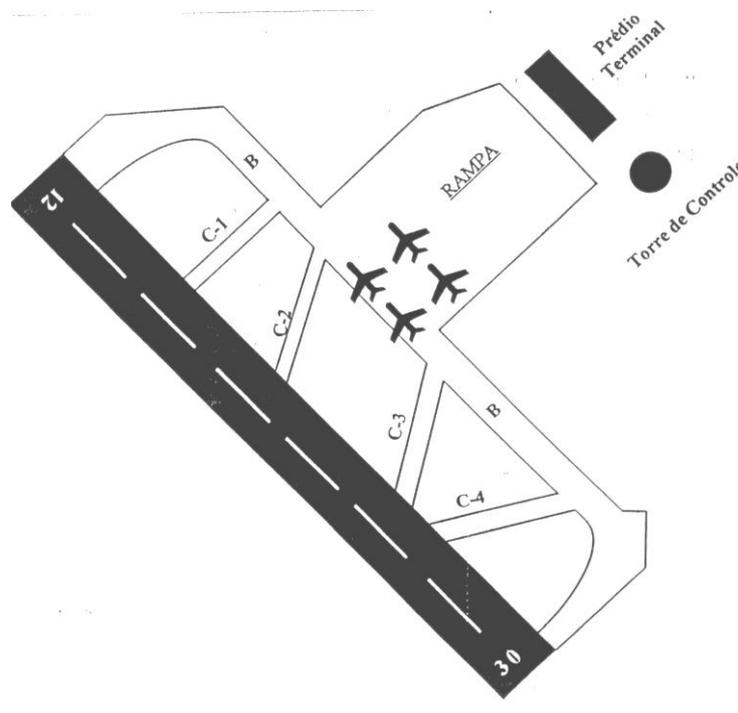


Figura 1 – Esquema/Planta do Aeroporto de Los Rodeos

Durante esse tempo o KLM acaba de fazer as manobras de 180 graus para se colocar na posição de decolagem e o piloto abre as manetes de potência para iniciar o procedimento de decolagem. É prontamente avisado pelo co-piloto de que a ordem de decolagem ainda não foi dada e o procedimento de abertura das manetes de potência é cancelado. Nessa altura o KLM contactou a torre de controlo para pedir autorização para a decolagem mas o controlador aéreo acaba por ficar confuso com as comunicações, tanto com o Pan Am como com o KLM e pediu ao comandante do KLM para aguardar um pouco mais para a decolagem. Entretanto, as transmissões simultâneas acabaram por causa interferência mútua e tudo o que foi possível ouvir na cabine do KLM foi um silvo agudo, conhecido por batimento heteródino



(sobreposição de ondas portadoras de rádio), tornado a última instrução da torre inaudível no KLM.

No meio da confusão o comandante do KLM, convencido de ter tido ordem de descolagem inicia os procedimentos para levantar voo, nessa altura uma comunicação via rádio para o Pan Am informa o piloto do mesmo que ainda está na pista e pede para informar a torre quando estiver fora da pista. Essa comunicação é ouvida na cabine do KLM que leva o engenheiro de voo a questionar o comandante sobre a não libertação do avião da Pan Am da pista, no entanto a decisão do comandante prevalece e os dois outros tripulantes da cabine (co-piloto e engenheiro de voo) acabaram por não mais contestar.

Essa decisão do comandante do KLM acaba por selar o destino das 644 pessoas que estavam a bordo dos dois aviões. O piloto do Pan Am percebeu a aproximação das luzes dos faróis de pouso do KLM a cerca de 500 metros de onde o seu avião estava taxiado, nessa altura acelera o Pan Am e inicia manobras de desvio do avião para tentar evitar a colisão, no entanto as forças de inércia de um *Jumbo* Boeing 747 são enormes e seria impossível retirar o avião da pista antes do KLM chegar na sua posição. Nesse mesmo momento o piloto do KLM, ao ver o Pan Am na pista, tenta desesperadamente levantar o avião mesmo sabendo que a velocidade a que a aeronave se encontra não permite a sustentação aerodinâmica. Essas manobras dos dois aviões acabam por fazer com que o KLM vá embater de barriga e com o trém de aterragem na asa direita e do lado direito do Pan Am. Essa colisão faz com que o Pan Am se parta em três grandes partes nas quais se proporcionou um incêndio de grandes dimensões. Milagrosamente o facto do avião se ter partido em três grandes partes acabou por proporcionar as condições necessárias aos aproximadamente 60 sobreviventes para fugir do local antes dos incêndios tomarem conta dos destroços. O KLM, após o embate no Pan Am, permanece no ar durante 150 metros em velocidade crítica batendo na pista em seguida e deslizando por mais 300 metros, após parar e já destruído os depósitos centrais cheios de combustível explodem e envolvem a fuselagem numa gigantesca bola de fogo, matando todas as 248 pessoas a bordo do avião.

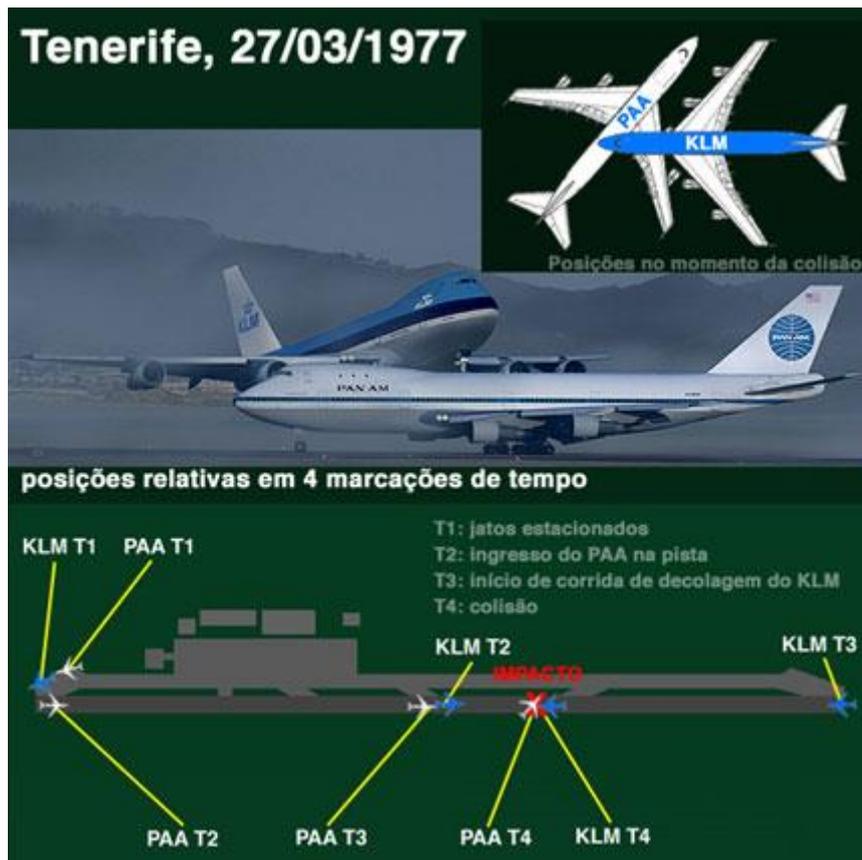


Figura 2 – Descrição do acidente através de imagens virtuais ou esquemas.

## Causas

- Pressão sobre o piloto do avião KLM – a principal preocupação do piloto do KLM era o tempo de atraso que a deslocalização do seu avião causou no voo. O avião teria de partir na pior das hipóteses às 19h00 locais para que não houvesse necessidade de troca da tripulação de voo e consequentemente uma espera ainda maior (para que a nova tripulação chegasse da Holanda), resultando em insatisfação por parte dos passageiros. A grande parte das suas ações acaba por indicar pressa na partida do aeroporto, o que inevitavelmente levou a este desfecho trágico.
- Piloto autoritário do KLM – o comandante do avião da KLM era um dos mais conceituados da empresa, estando ligado também ao marketing da mesma, o que acabava por ser um factor de intimidação para os restantes membros da tripulação, em particular do co-piloto e engenheiro de voo. Nas várias comunicações resgatadas da “caixa negra” do avião é possível verificar que tanto o engenheiro de voo como o co-piloto têm muitas reservas e certezas quanto à ordem de decolagem do avião mas

acabam por não insistir e aceitar a decisão do piloto como suprema, não impedindo o piloto de iniciar as manobras de descolagem do avião.

- Interferências no rádio entre o KLM, a torre e o Pan Am – Os problemas nas comunicações via rádio foram uma das principais causas para a má comunicação entre as tripulações e a torre. O facto de a torre estar em contacto directo com os dois aviões ao mesmo tempo e ambas as cabines terem acesso à comunicação da outra fez com que aparecessem muitas interferências, o que dificultou ou impediu mesmo a compreensão de muitas das frases comunicadas à torre ou da torre para os aviões. Essas falhas na comunicação, e a falta de visibilidade graças ao nevoeiro que se levantou fizeram com que o piloto do KLM tenha confundido uma ordem dada pelos controladores aéreos e tenha iniciado os procedimentos de descolagem sem que a torre tenha realmente dado essa ordem.
- Falta de comunicação aérea normalizada entre o KLM, a torre e o Pan Am – as dificuldades no rádio foram evidentes através da “caixa negra” retiradas dos aviões, no entanto ficou patente as falhas de comunicação existentes entre os diversos intervenientes, controladores aéreos e tripulação dos dois aviões. Os pilotos e controladores falavam com frases pouco assertivas e directas, usando expressões que poderiam ser consideradas ambíguas ou pouco explícitas.
- Falta de idioma normalizado entre o KLM, a torre e o Pan Am – as diversas línguas utilizadas durante as comunicações de rádio foi uma das situações que mais evidenciou os problemas de comunicação. O facto de os pilotos de cada avião falarem entre si nas suas línguas maternas, em simultâneo com as conversas com a torre em inglês dificultaram, aliando as dificuldades técnicas já referidas, e muito a comunicação entre os diversos intervenientes.
- Elevado Volume de Tráfego – O facto dos controladores aéreos não estarem rotinados a receber tantos aviões ao mesmo tempo, assim como a ter de reagir à pressão de forma assertiva e acertada contribuiu para o desfecho trágico. Foi notória a incapacidade de orientar os diversos aviões em simultâneo na pista e no ar durante aqueles fatídicos minutos.

- Dimensões do aeroporto – o tamanho do pequeno Aeroporto de Los Rodeos era inadequado ao acolhimento dos aviões *Jumbo*. As grandes dimensões dos diversos aviões implicaram que a gare ficasse rapidamente lotada o que resultou em alguns aviões terem de ser acomodados em locais de taxiamento (zonas de movimentação de aviões na pista). Tal facto significou que alguns aviões travassem a descolagem de outros (como foi o caso do KLM em relação ao Pan Am). Um dos principais factores que levou ao acidente prendeu-se também pelo facto de grande parte do taxiamento dos aviões (devido ao sobreloteamento do aeroporto) ser feito na única pista do aeroporto, o que fez com que o Pan Am se deslocasse para o local da descolagem pela pista e tenha encontrado resultado na colisão antes de sair da mesma.

## Consequências

A morte de 592 pessoas (583 no local mais 9 que viriam a falecer em resultado de ferimentos) neste trágico acidente foi a principal e mais negra consequência a registar no dia 27 de Março de 1977. Para além dessas mortes a registar as sequelas físicas e psicológicas dos 52 sobreviventes.

De um ponto de vista material e financeiro, a destruição dos dois aviões e as indemnizações aos familiares das vítimas foram em média de 189 mil dólares, num total de aproximadamente 110 milhões de dólares em custos financeiros para danos causados.

## Medidas Preventivas Adoptadas

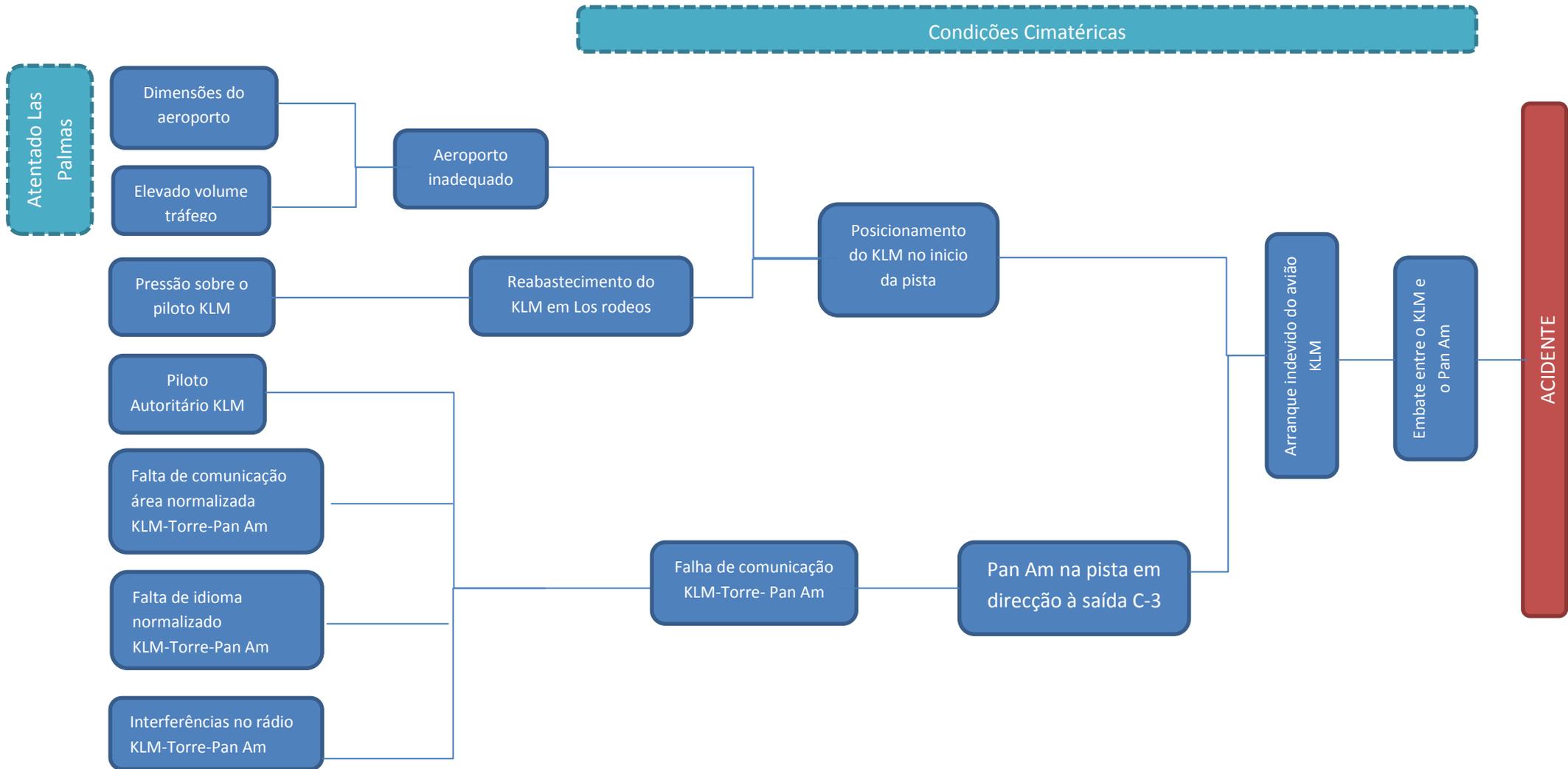
Este acidente foi um dos principais responsáveis pela introdução de um sistema de comunicação mais padronizado. Frases ambíguas ou extensas foram abolidas, assim como respostas vagas e pouco assertivas. Por exemplo, a expressão “takeoff” (designada para a descolagem do avião) só pode ser usada apenas para dar efectiva ordem de descolagem ou de cancelamento da descolagem e nunca noutra frase para outro efeito. Para além dessa normalização ao nível da fraseologia na comunicação rádio, foi também adoptado de forma mais veemente o Inglês como língua comum na comunicação rádio, sendo proibido o uso de outras línguas na comunicação rádio.



Houve também uma grande mudança ao nível de procedimento na cabine de voo. Diminuíram-se radicalmente as relações hierárquicas entre membros da tripulação dando ênfase à tomada de decisão por mútuo acordo, sendo na actualidade o padrão de treino em todas as empresas aéreas, designado por Gerenciamento de Recursos de Equipas (*Crew Resource Management, CRM*).



## Esquema do Acidente





## Conclusão

A principal causa dos acidentes aéreos, e em particular o analisado neste trabalho, é o erro humano. Não como forma de culpabilização da pessoa ou pessoas envolvidas, mas sim como culminar de sucessivos erros organizacionais, o que significa que deve-se sempre tentar prevenir não o erro humano em concreto mas sim os erros de organização e de gestão de segurança.

Através do esquema da árvore de falhas pode-se verificar que os problemas terminais encontrados são os seguintes: piloto autoritário do KLM; falta de comunicação aérea normalizada entre o KLM-torre-Pan Am; falta de Idioma normalizado entre KLM-torre-Pan Am; interferências no rádio entre KLM-torre-Pan Am; elevado volume de tráfego; dimensões do aeroporto de Los Rodeos; pressão sobre o piloto do KLM. Este serão os problemas que deverão ser intervencionados de modo a prevenir novos acidentes, teriam de ser todos “atacados” de forma a serem suprimidos. Se é verdade que com um piloto não autoritário no KLM ou caso as interferências no rádio não se verificassem, poder-se-ia ter evitado esta tragédia, a verdade é que foi o alinhamento de todos eles que deu origem ao desastre e portanto o procurar de soluções para todos eles deve ser uma prioridade no pós-acidente.

Sendo os problemas terminais as principais causas associadas ao acidente aéreo, as consequências acabam por ser um desenrolar de eventos que culminam com o embate fatal entre os dois aviões. Desde o reabastecimento em Los Rodeos para poupar tempo, ao arranque do avião na zona 30 (figura 1) da pista para procedimentos de descolagem, acabam por ser consequências dos problemas terminais e que têm como desfecho o embate do KLM no Pan Am.

Este acidente foi um dos primeiros na aviação em que o estudo dos factores humanos teve uma contribuição importante, sendo os acidentes causados por este tipo de factores dos mais difíceis de prevenir devido à complexidade e imprevisibilidade do ser humano. Foram realizadas inúmeras alterações nas regulamentações das companhias aéreas internacionais, acima de tudo ao nível das comunicações (fraseologia padrão e inglês como idioma comum de trabalho) e ao nível dos procedimentos na cabine de voo (diminuição das relações hierárquicas e ênfase na tomada de decisões por mutuo acordo).

De um modo geral, pode-se concluir que existiram diversos factores que levaram a este trágico acidente, entre os quais factores que estavam longe de poder ser prevenidos numa forma simples, como o exemplo dos atentados bombistas ou as alterações climáticas

desfavoráveis. No entanto, os principais erros eram evitáveis e isso é comprovado pelas rápidas e profundas alterações realizadas após este acidente. Concluindo que a prevenção do erro não só não é um custo como deve ser uma prioridade e um investimento no futuro quer das empresas quer dos trabalhadores, evitando-se não só a perda de bens materiais e financeiros como, e acima de tudo, a perda de vidas humanas.



## Bibliografia

[http://www.desastresaereos.net/maioresacidentes\\_tenerife02.htm](http://www.desastresaereos.net/maioresacidentes_tenerife02.htm)

[http://www.project-tenerife.com/engels/PDF/Spanish\\_report.PDF](http://www.project-tenerife.com/engels/PDF/Spanish_report.PDF)

[http://www.project-tenerife.com/engels/PDF/spanish\\_report2.PDF](http://www.project-tenerife.com/engels/PDF/spanish_report2.PDF)

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Desastre\\_a%C3%A9reo\\_de\\_Tenerife#Bombas em Las Palmas e o pren.C3.BAncio da trag.C3.A9dia](https://pt.wikipedia.org/wiki/Desastre_a%C3%A9reo_de_Tenerife#Bombas_em_Las_Palmas_e_o_pren.C3.BAncio_da_trag.C3.A9dia)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Tenerife\\_airport\\_disaster](https://en.wikipedia.org/wiki/Tenerife_airport_disaster)