

SAA0167

Princípios de Aviônica e Navegação

Fatores Humanos em Aviação

Prof. Dr. Jorge Henrique Bidinotto
jhbidi@sc.usp.br

- Generalidades
- Design de Cockpit
- Requisitos de Certificação – Aviônica
- Modelo Antropométrico
- Sistemas de Orientação
- Ilusões Causadas por Orientação Espacial
- CRM – Crew Resource Management
- Escala Cooper-Harper

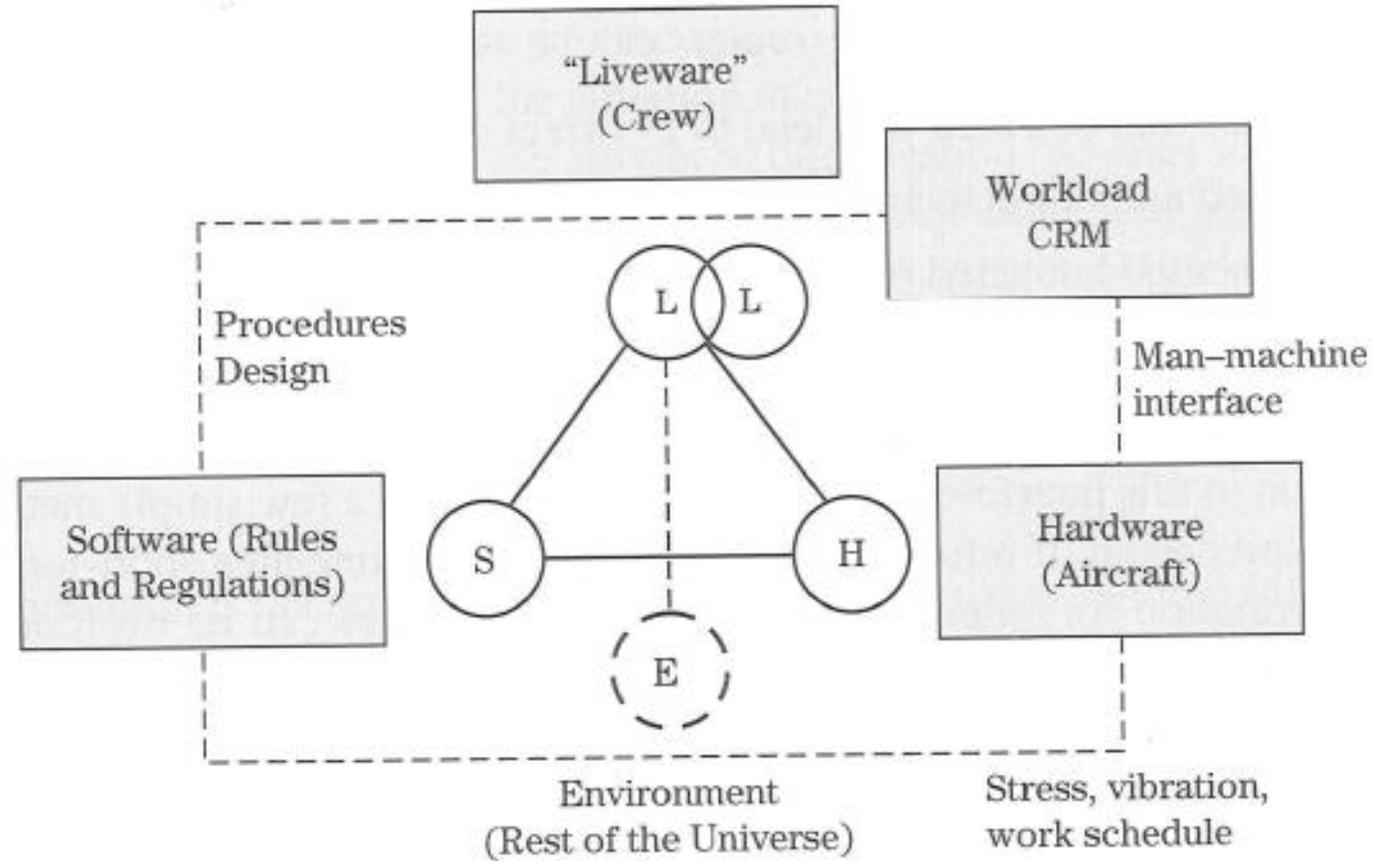
MÁQUINA

OPERADOR

- Generalidades
- Design de Cockpit
- Requisitos de Certificação – Aviônica
- Modelo Antropométrico
- Sistemas de Orientação
- Ilusões Causadas por Orientação Espacial
- CRM – Crew Resource Management
- Escala Cooper-Harper

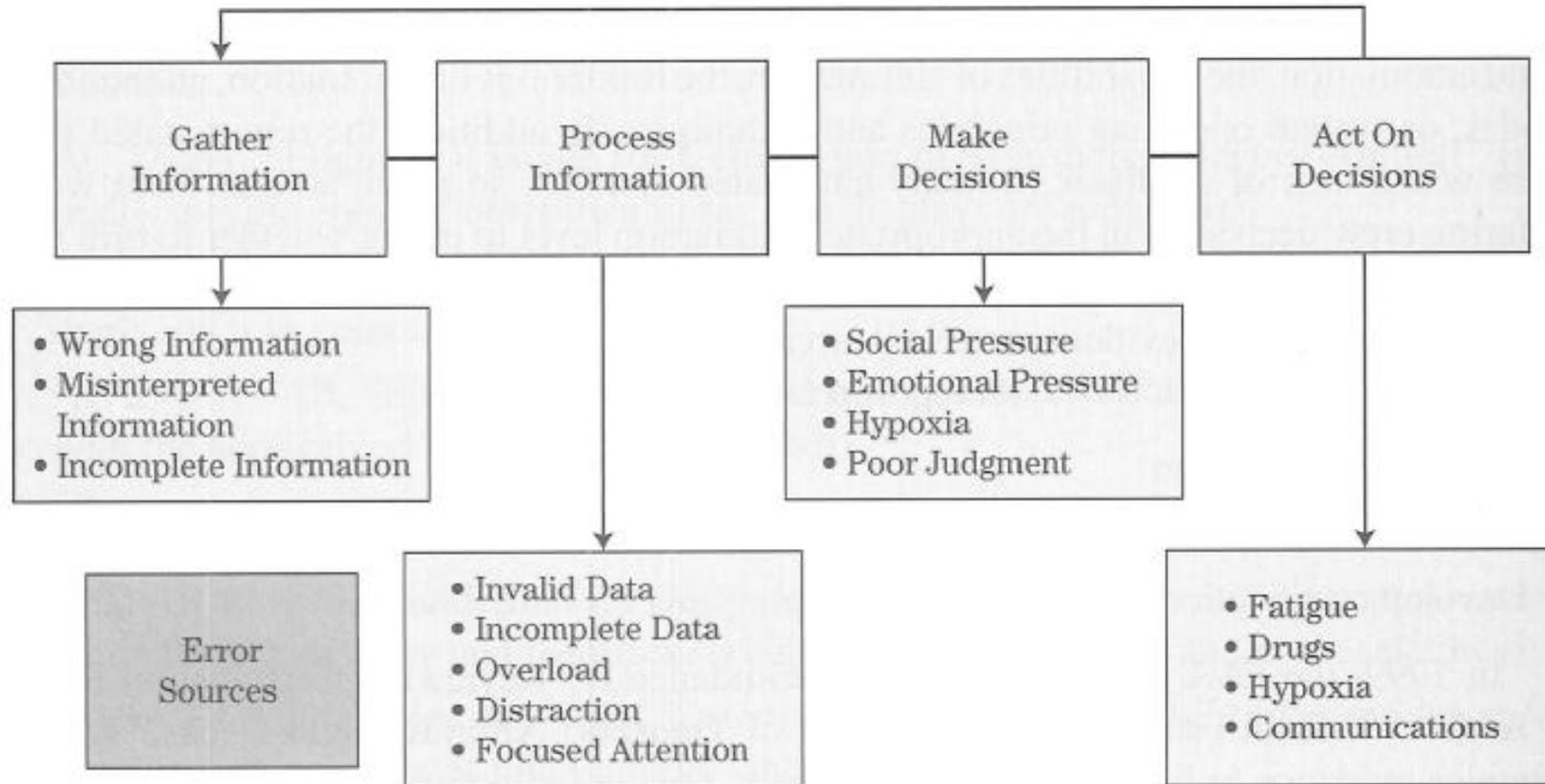
- Interação entre pessoas, máquinas e ambiente, para aumentar desempenho e diminuir erros
- Em aviação, 80% dos acidentes são causados por fatores humanos
- Preocupação atual é com o excesso de automação das aeronaves, onde a ação humana fica limitada

- Modelagem de fatores humanos



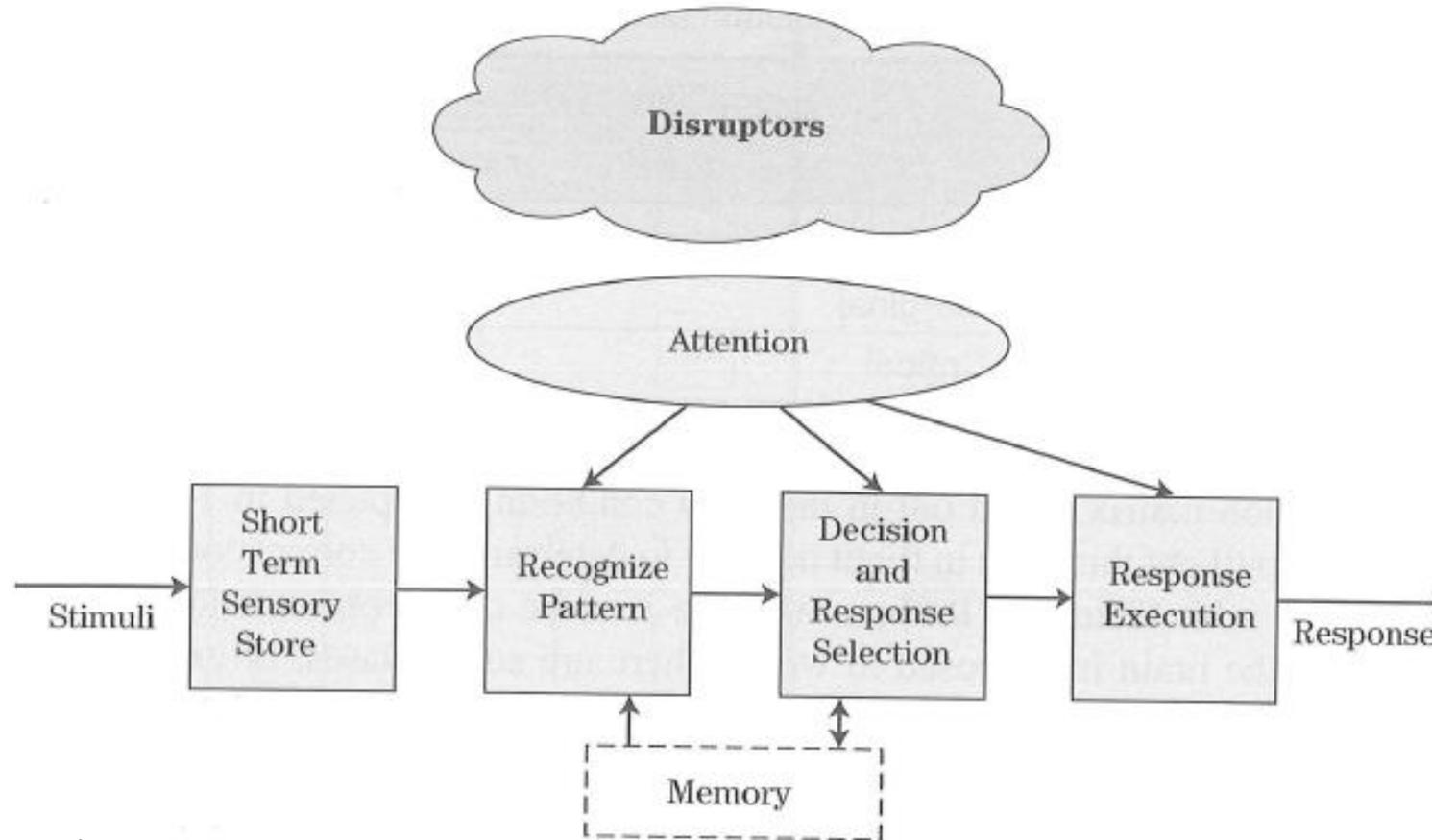
FONTE: McShea, R. E. (2010)

- Modelagem da parte “viva”



FONTE: McShea, R. E. (2010)

- Por sua vez, a tomada de decisão pode ser modelada da seguinte forma:



FONTE: McShea, R. E. (2010)

- Com isso, os estímulos podem atuar de quatro formas distintas:
 - Sinais presentes e detectados – geram resposta correta
 - Sinais presentes e não detectados – geram erro
 - Sinais não presentes e atuados – geram “alarme falso”
 - Sinais não presentes e não atuados – não geram resposta
- Pelo modelo apresentado, mostra-se a importância da memória (portanto conhecimento do sistema)
- A memória pode ser de dois tipos:
 - Semântica – baseada em metodologias
 - Episódica – baseada em fatos anteriores

- Generalidades
- Design de Cockpit
- Requisitos de Certificação – Aviônica
- Modelo Antropométrico
- Sistemas de Orientação
- Ilusões Causadas por Orientação Espacial
- CRM – Crew Resource Management
- Escala Cooper-Harper

- Em aeronaves civis, os painéis de instrumentos incluem teto, laterais, console entre os pilotos e painel frontal de cada piloto

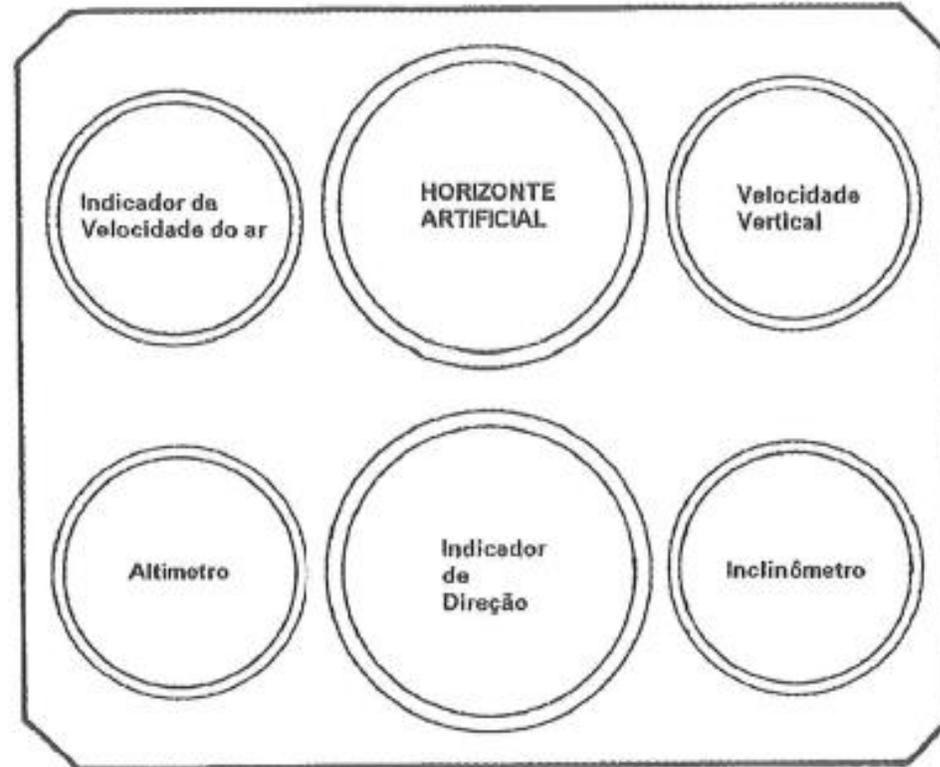


FONTE: airbus.com

FONTE: airliners.net

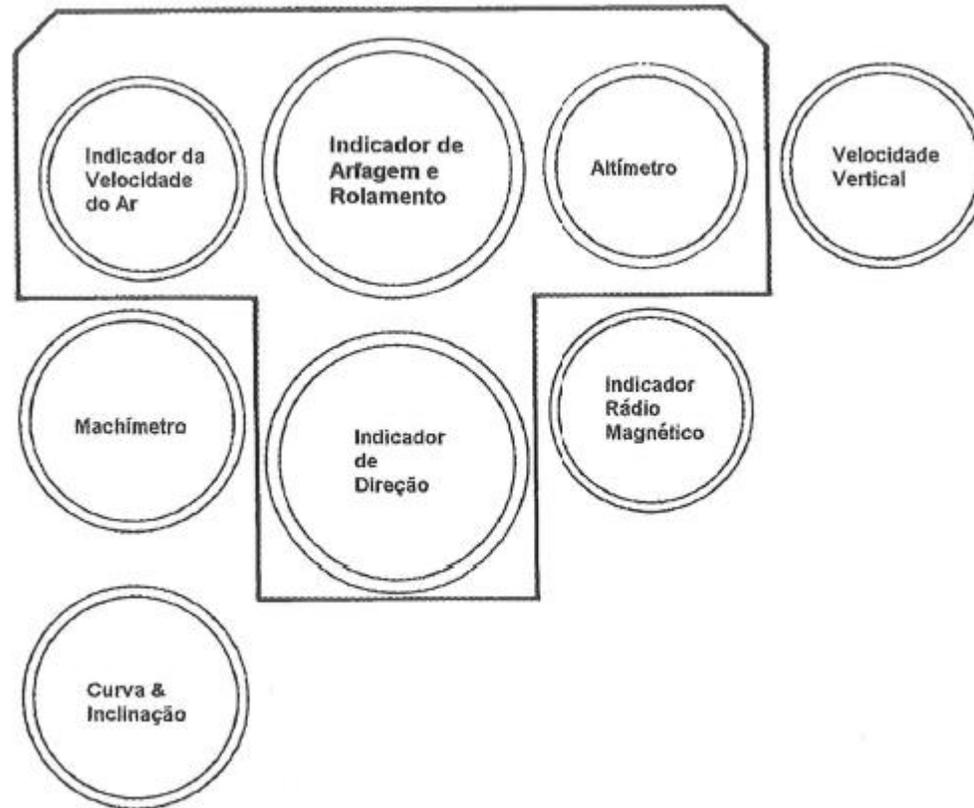


- Numa primeira tentativa de padronização, listaram-se os instrumentos básicos para serem agrupados em conjunto



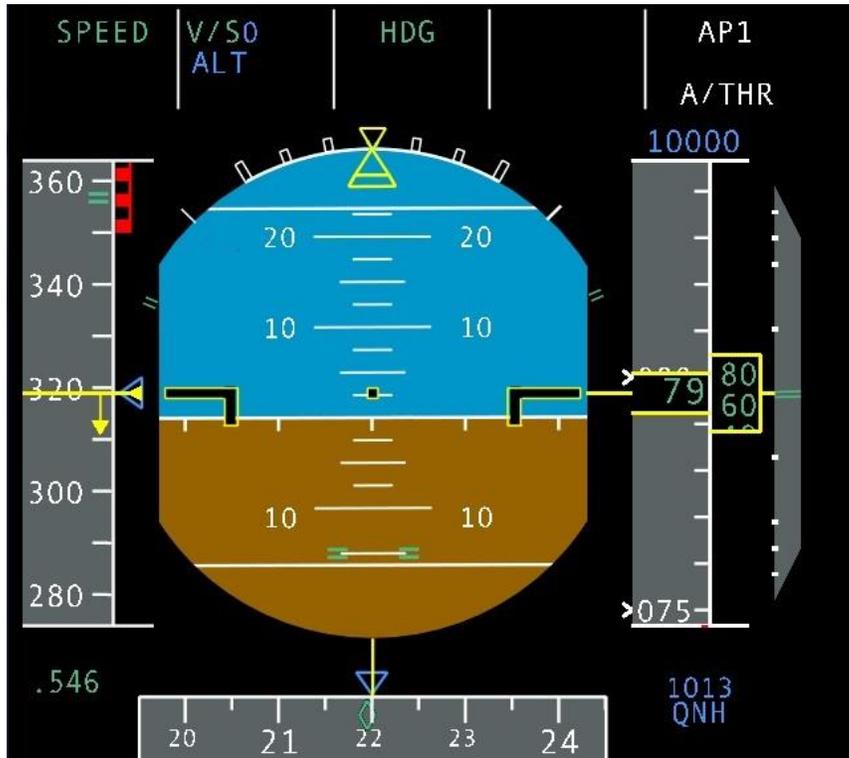
FONTE: Belo, E. M. (2004)

- Com o desenvolvimento das aeronaves, o conceito de “T básico” passou a ser utilizado

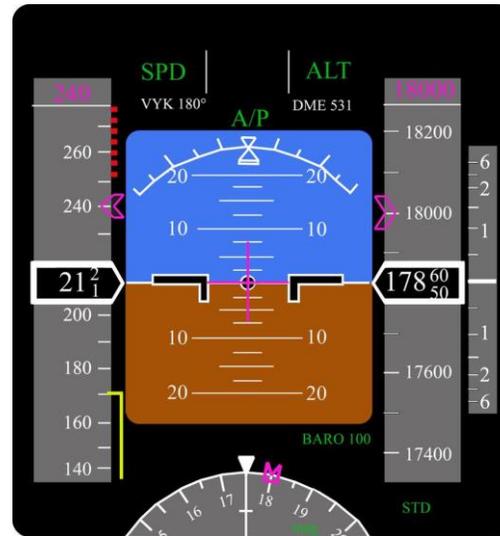


FONTE: Belo, E. M. (2004)

- Hoje em dia, mesmo os sistemas mais modernos seguem a filosofia do “T básico”



FONTE: aerotask.de



FONTE: deviantart.com



FONTE: avionicswest.com

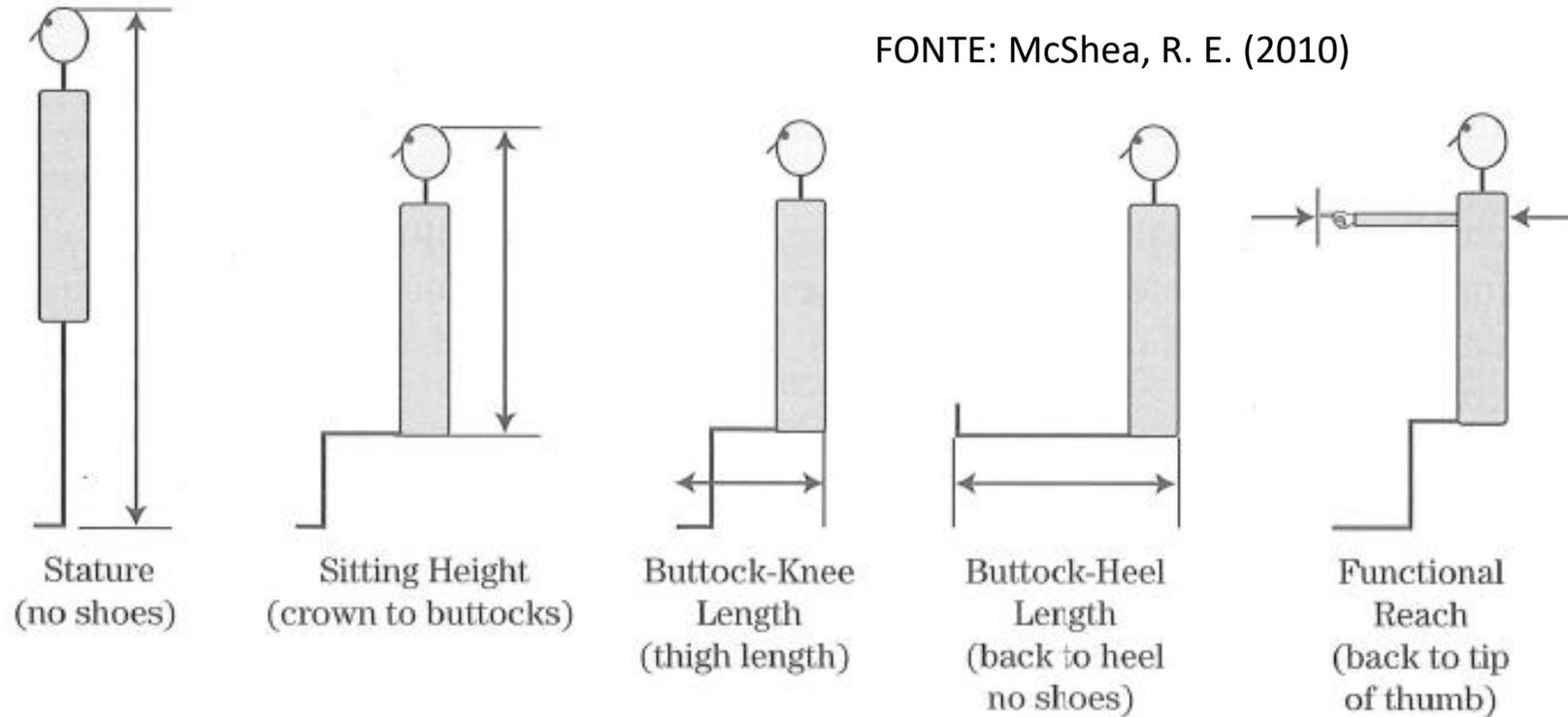
- Generalidades
- Design de Cockpit
- **Requisitos de Certificação – Aviônica**
- Modelo Antropométrico
- Sistemas de Orientação
- Ilusões Causadas por Orientação Espacial
- CRM – Crew Resource Management
- Escala Cooper-Harper

- 25.771 – Espaço físico e condições físicas do cockpit
- 25.773 – Capacidade de trabalho dentro do cockpit
- 25.777 – O cockpit deve ter operação conveniente, prevenir confusão e operação inadvertida. Deve alojar pilotos 95% percentil
- 25.1301 – Deve ter design apropriado para sua função
- 25.1309 – Sistemas, controle e monitoramentos devem minimizar erros da tripulação
- 25.1321 – Visibilidade e iluminação devem ser adequados

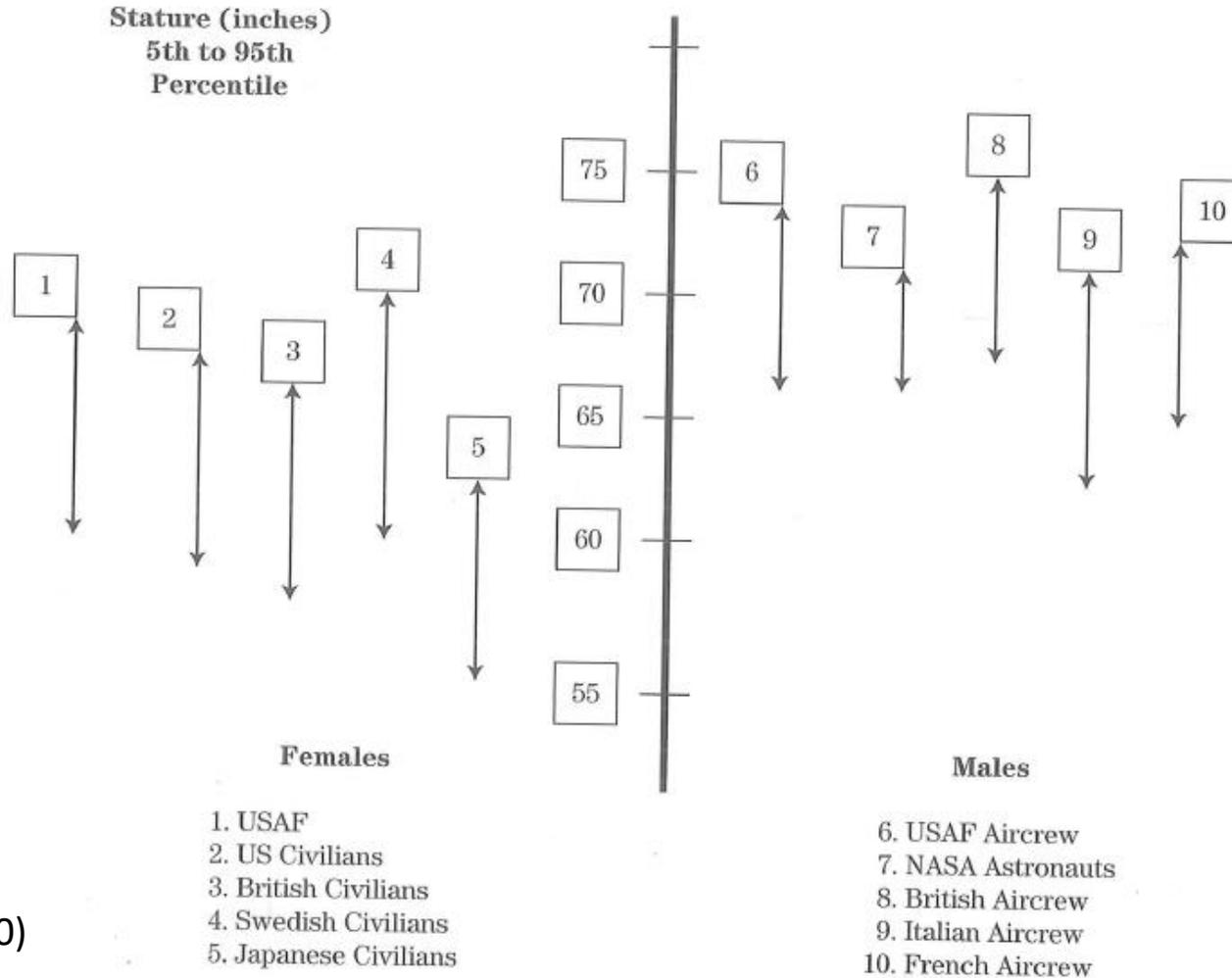
- 25.1523 – A tripulação mínima deve ser tal que possa realizar as operações necessárias
- 25.1543 – Todos os instrumentos devem ser claramente visíveis
- 25.1381 – Iluminação não pode causar reflexos
- 25.1322 – Cores dos avisos: vermelho (emergency), amber (caution) e verde (advisory). Se necessário, outras cores devem ser escolhidas pra não causar confusão
- 25.1357 – Todos os Circuit Breakers ou fusíveis devem ser identificados e possíveis de serem resetados ou substituídos em voo

- Generalidades
- Design de Cockpit
- Requisitos de Certificação – Aviônica
- **Modelo Antropométrico**
- Sistemas de Orientação
- Ilusões Causadas por Orientação Espacial
- CRM – Crew Resource Management
- Escala Cooper-Harper

- Um importante modelo humano a ser considerado é o antropométrico



- Em geral os cockpits são projetados para atender o percentil 95% da população (requisito)



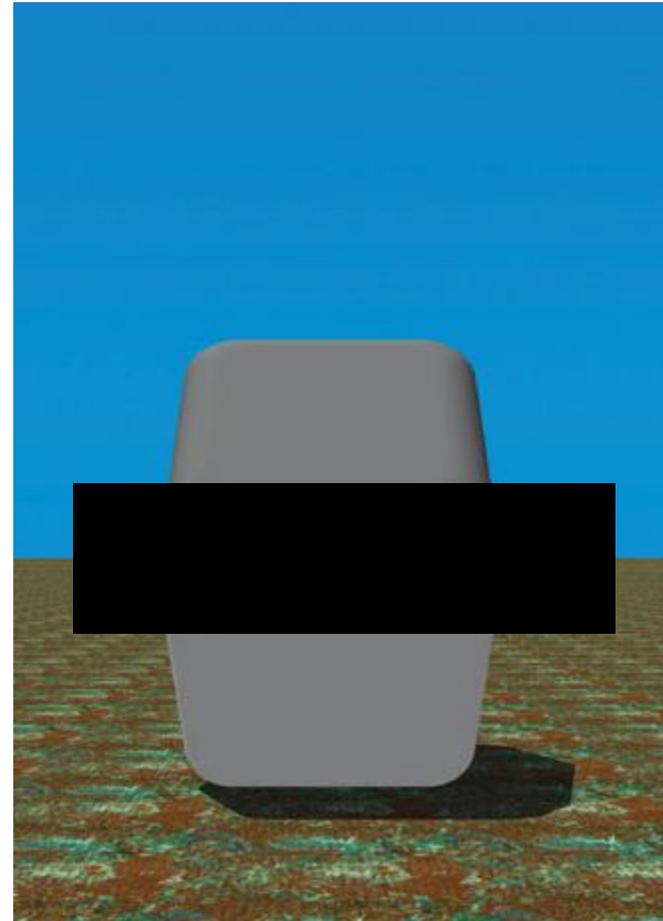
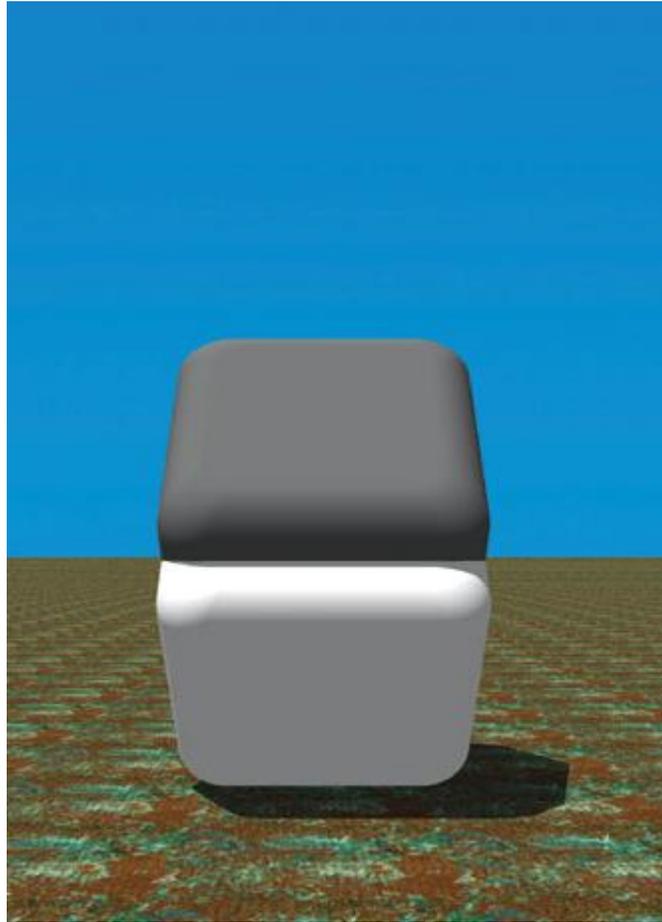
FONTE: McShea, R. E. (2010)

- Generalidades
- Design de Cockpit
- Requisitos de Certificação – Aviônica
- Modelo Antropométrico
- **Sistemas de Orientação**
- Ilusões Causadas por Orientação Espacial
- CRM – Crew Resource Management
- Escala Cooper-Harper

- Orientação – Consciência da posição da aeronave em relação a um determinado ponto
- Desorientação – Ausência (ou falta) de orientação
- Orientação é mantida em três áreas, por determinados órgãos sensoriais:
 - Orientação visual (olhos)
 - Orientação vestibular (ouvidos internos)
 - Orientação postural (nervos)

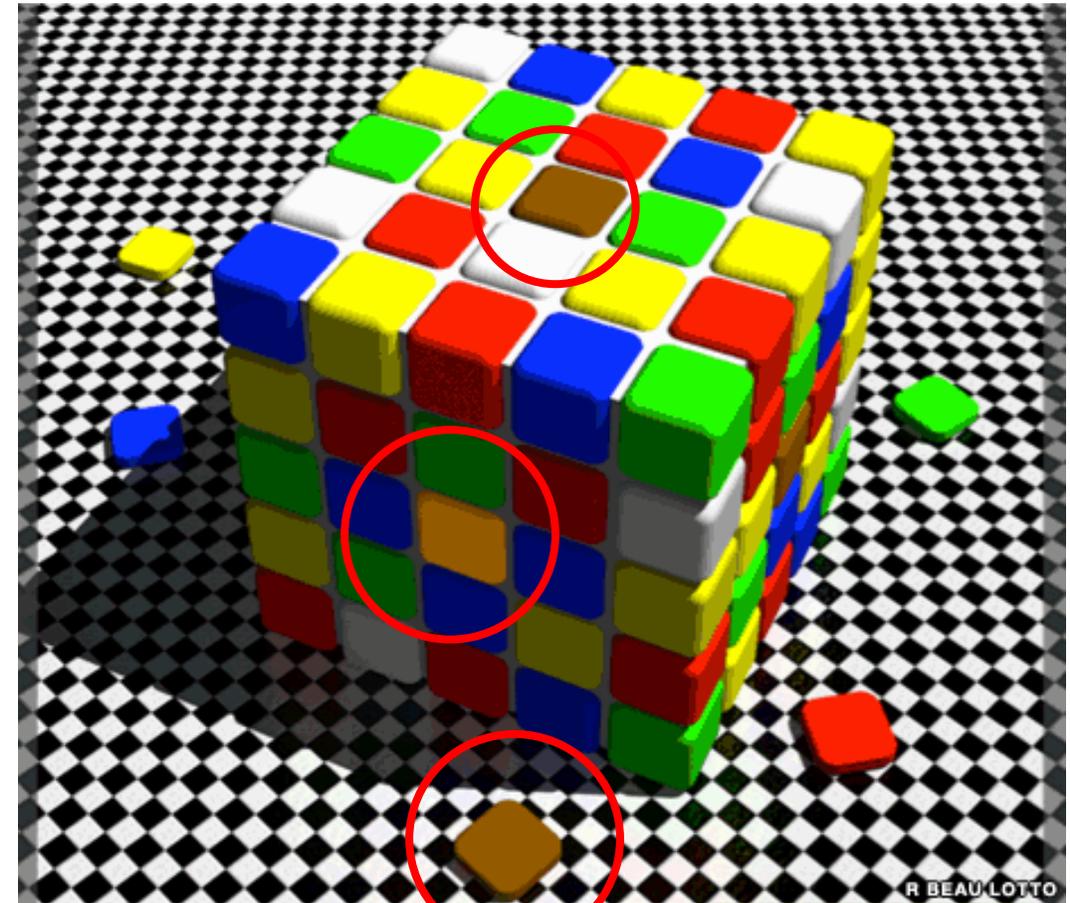
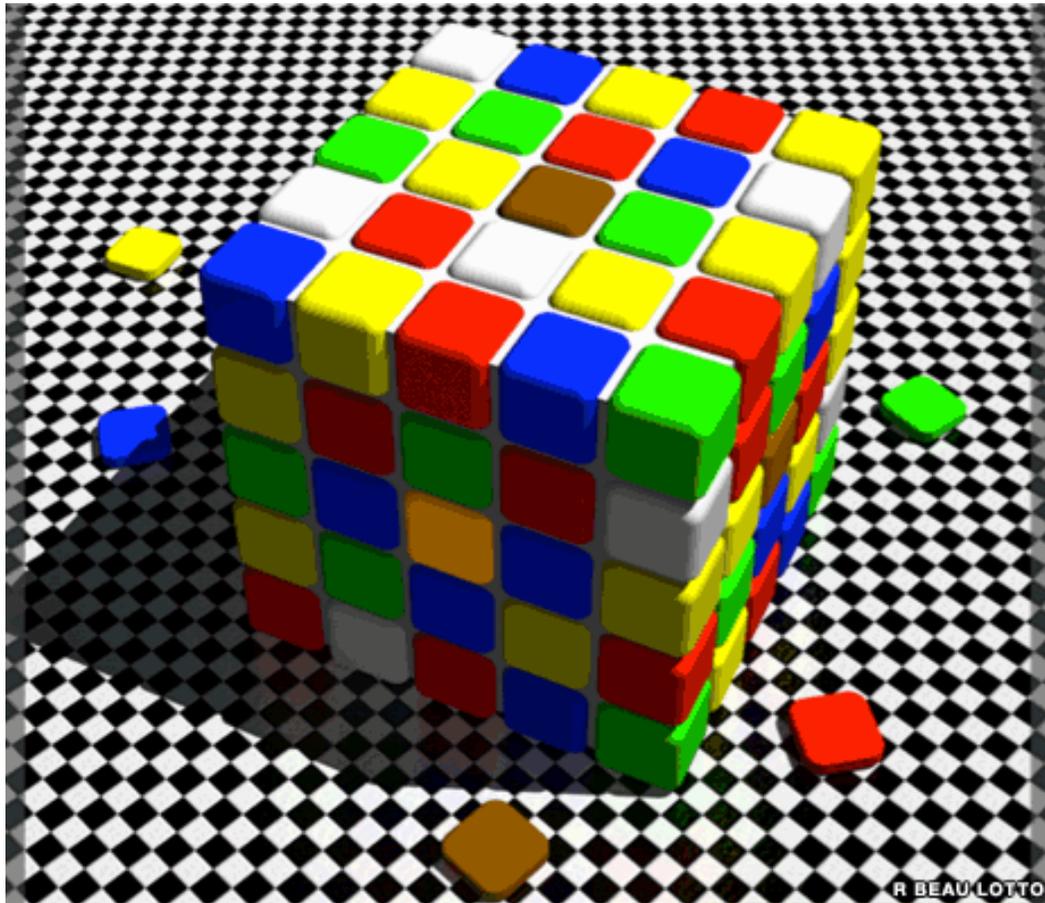
- **Olhos**
- Visão – mais importante sentido de orientação
- Pode ser degradada em condições extremas, como falta de oxigênio ou alto fator de carga
- A visão humana é baseada em cores
- Por ser um sentido tão importante, nos tornamos dependentes dela, portanto falhas em sua “aquisição” podem ser perigosas

- Olhos



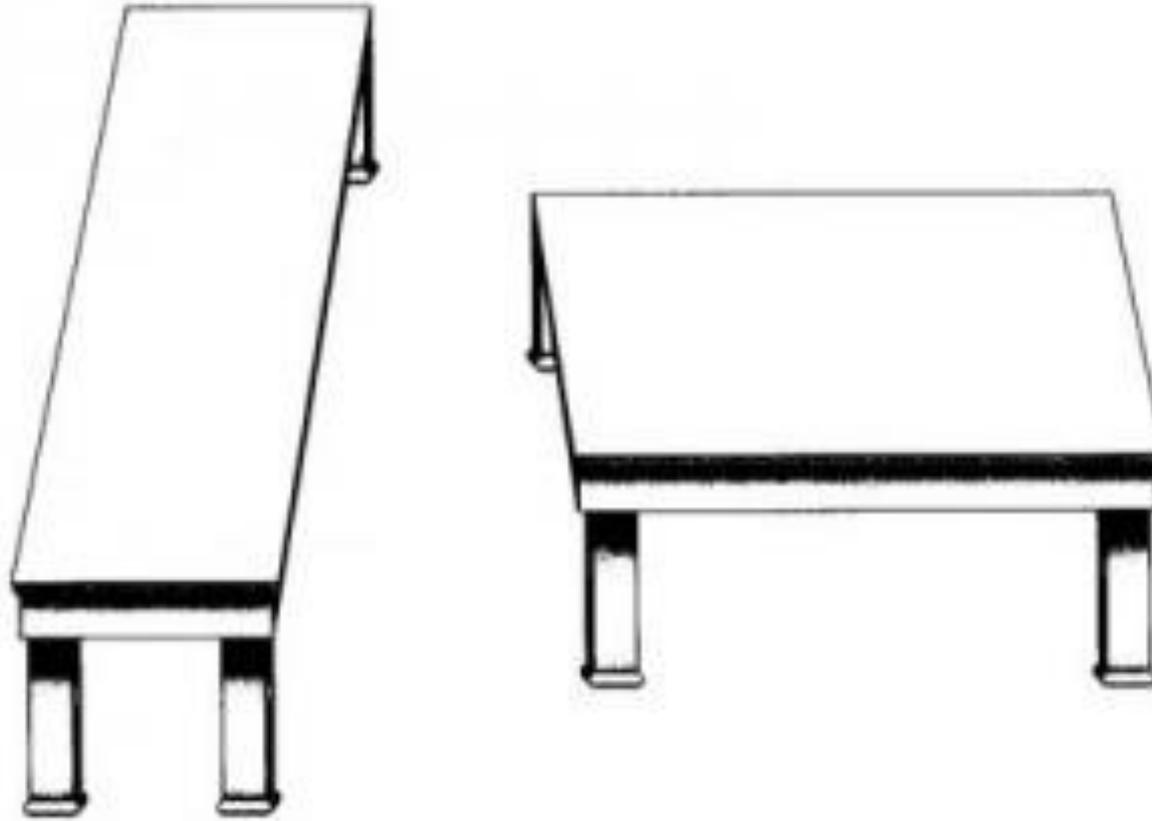
FONTE: slate.com

- Olhos



FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

- Olhos



FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

- **Olhos**
- A iluminação ambiente influencia muito a qualidade da informação que chega aos olhos
- A quantidade, cor e forma de iluminação deve ser cuidadosamente projetada
- Requisitos aeronáuticos cuidam para que a iluminação no cockpit seja adequada

- Olhos

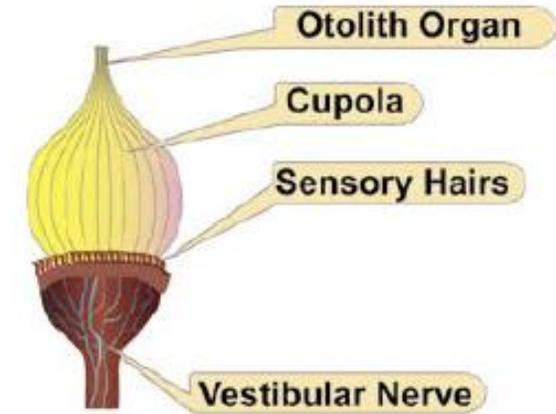
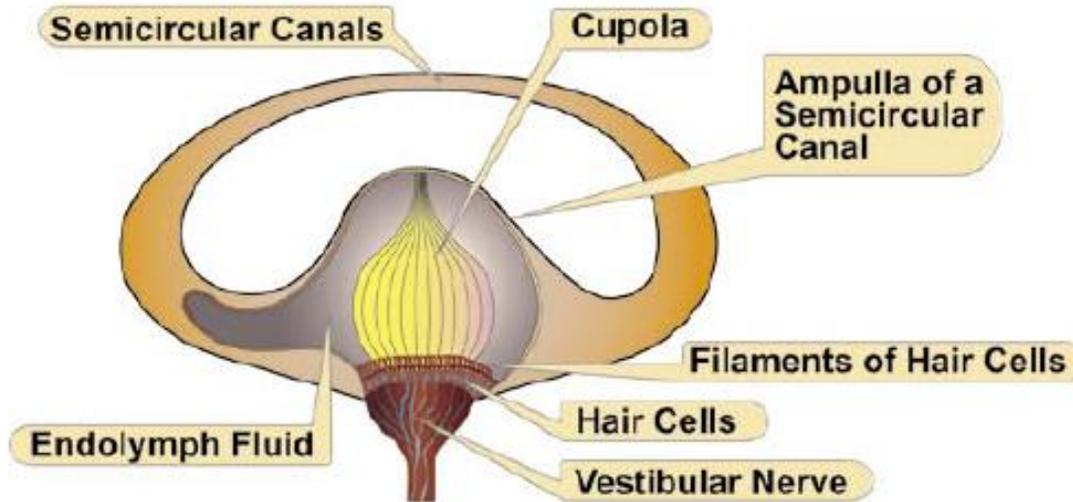
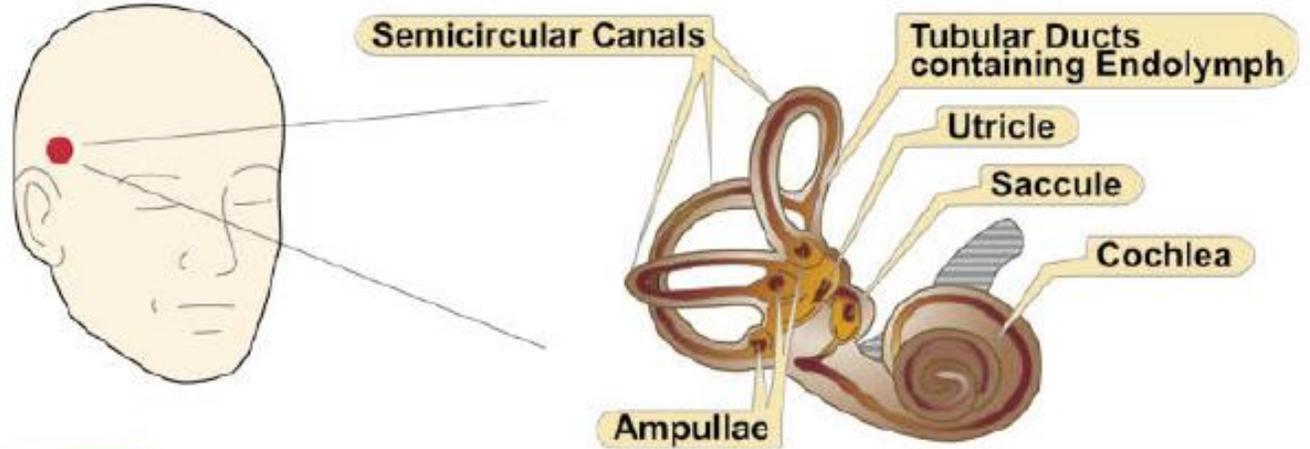


FONTE: flightsim.com

- **Ouvidos**
- O ouvido interno possui duas partes principais ligadas à orientação:
 - Canais semicirculares – detectam acelerações angulares
 - Otólitos – detectam acelerações lineares

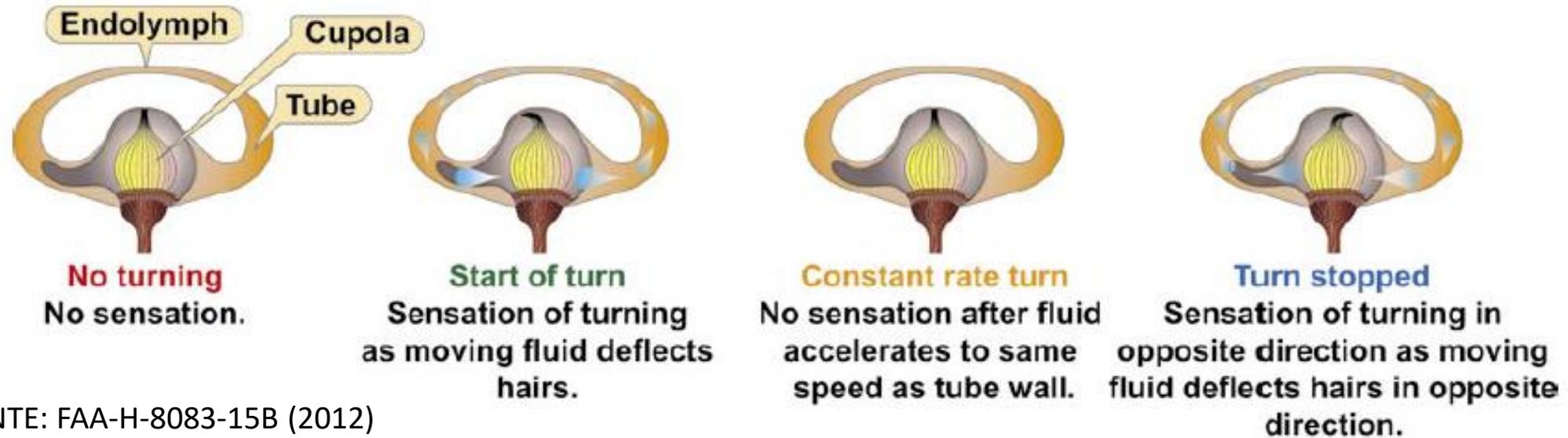
- Ouvidos

The motion sensing system is located in each inner ear in the approximate position shown.



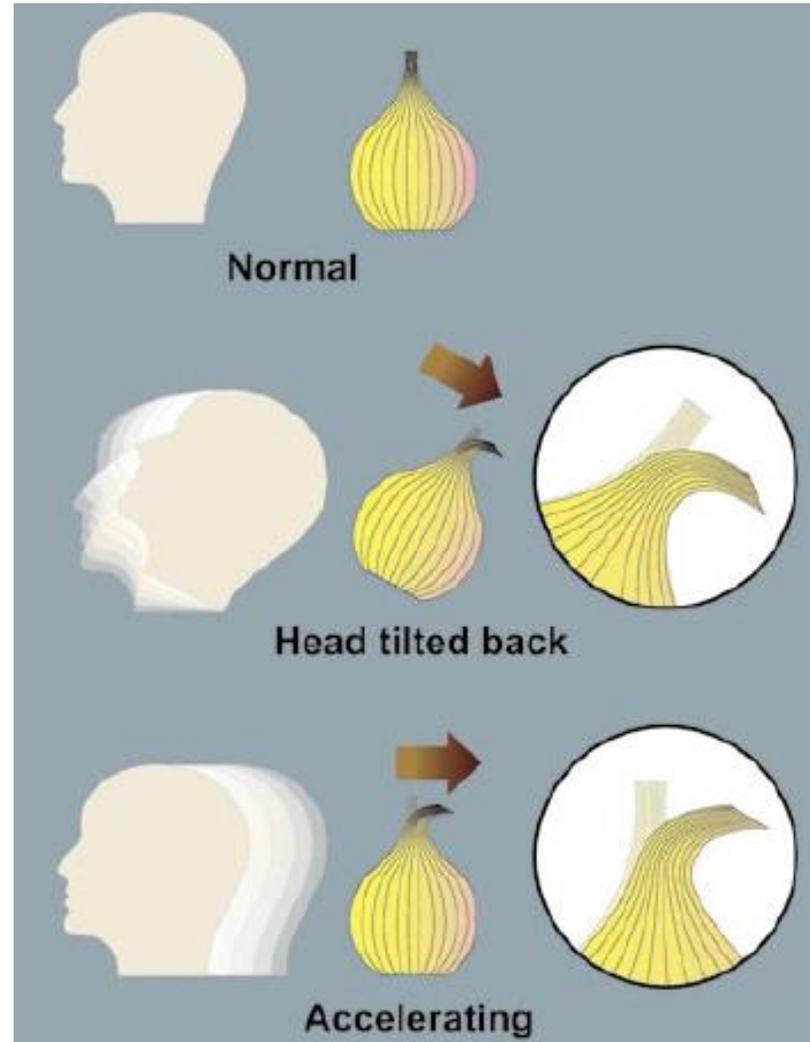
FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

- Ouvidos



FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

- Ouvidos



FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

- **Nervos**
- Associados à sensações ligadas ao tato
- Fatores de carga ou curvas não-coordenadas podem ativar esses sensores

- Generalidades
- Design de Cockpit
- Requisitos de Certificação – Aviônica
- Modelo Antropométrico
- Sistemas de Orientação
- **Ilusões Causadas por Orientação Espacial**
- CRM – Crew Resource Management
- Escala Cooper-Harper

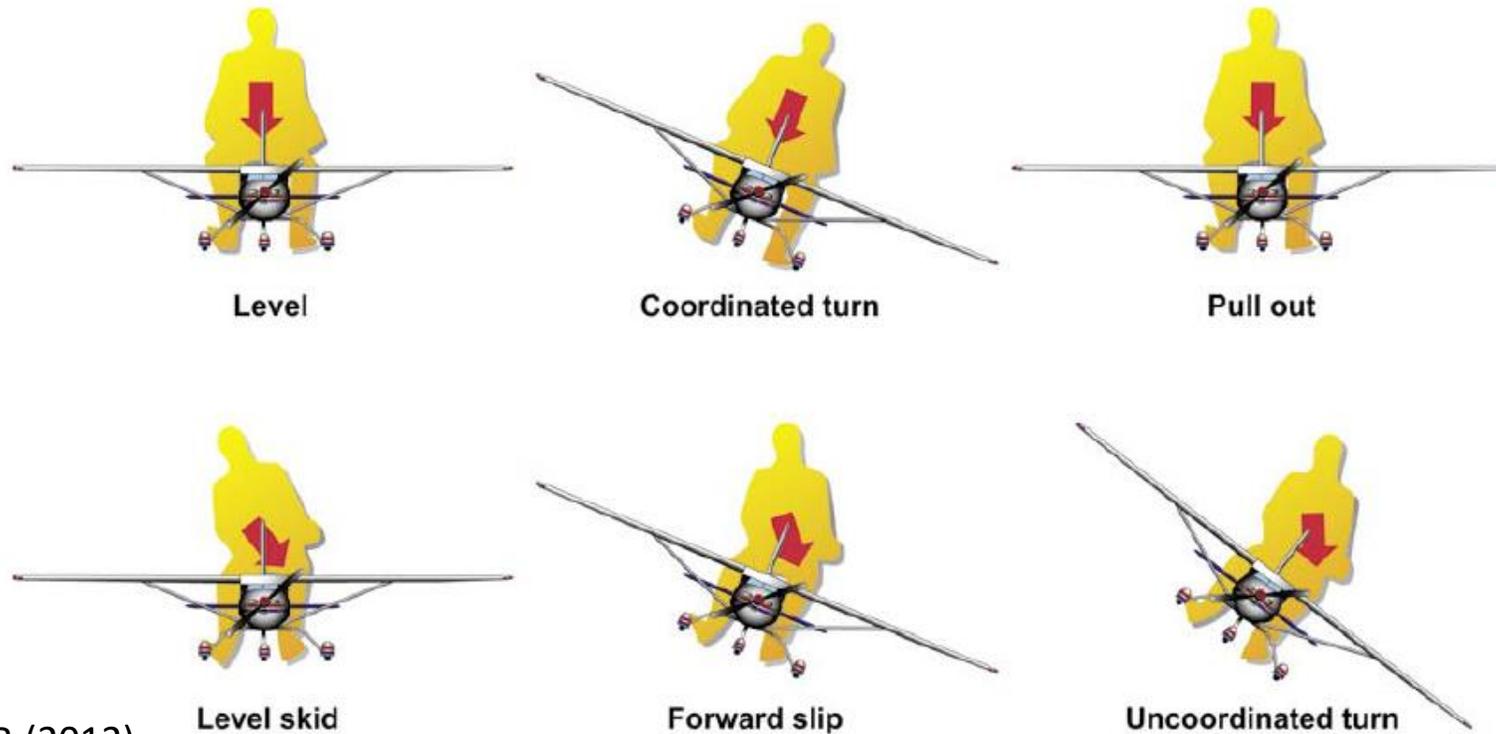
- **Ilusões Vestibulares**
- Inclinação – aeronave inicia rolamento lentamente e depois nivela de forma abrupta
Tem-se a impressão de estar rolando para o lado contrário
- Ilusão de Coriolis – aeronave em uma longa e lenta curva, e o piloto movimentar a cabeça para um ponto dentro da aeronave
Tem-se a impressão de que a aeronave está girando em um eixo totalmente diferente, levando o piloto a fazer correção errada na atitude
- Espiral Cemitério – Inclinação combinada com perda de altitude, tendência natural em curvas

- **Ilusões Vestibulares**
- Ilusão Somatográfica – Uma rápida aceleração pode estimular seu ouvido interno a ter a sensação de que a aeronave está aumentando o ângulo de ataque
O piloto tem a tendência de corrigir a atitude, comandando aeronave a picar
- Ilusão de Inversão – Correção brusca de subida para voo nivelado pode dar a impressão de a aeronave estar aumentando o ângulo de ataque
O piloto tem a tendência de corrigir a atitude, comandando a aeronave a picar
- Ilusão de Profundor – Uma rajada brusca que modifique o ângulo de ataque pode dar a impressão de a aeronave esteja subindo ou descendo, levando o piloto a fazer uma correção errada na trajetória

- **Ilusões Visuais**
- Horizonte Falso – formações de nuvens, escuridão, luzes no solo ou em antenas, entre outras causas, pode dar uma impressão falsa de horizonte, levando o piloto a colocar a aeronave em atitudes perigosas
- “Autokinesis” – Em voo noturno, quando fixar sua vista em uma luz parada, pode ter a impressão de ela estar se movendo

- TODOS ESSES TIPOS DE ILUSÕES PODEM SER EVITADOS COM UM “CROSSCHECK” NOS INSTRUMENTOS DE VOO
- Tais problemas reforçam a importância desses instrumentos na aviação

- **Considerações Posturais**
- O sistema postural, em conjunto com a aceleração gravitacional, pode levar a ilusões espaciais devido a acelerações a que seu corpo está exposto



FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

**Skid, slip, and uncoordinated turns feel alike.
Pilots feel they are being forced sideways in their seat.**

- **Considerações Posturais**



FONTE: folha.uol.com.br

FONTE: temporadaemorlando.com.br



- **Considerações Posturais**

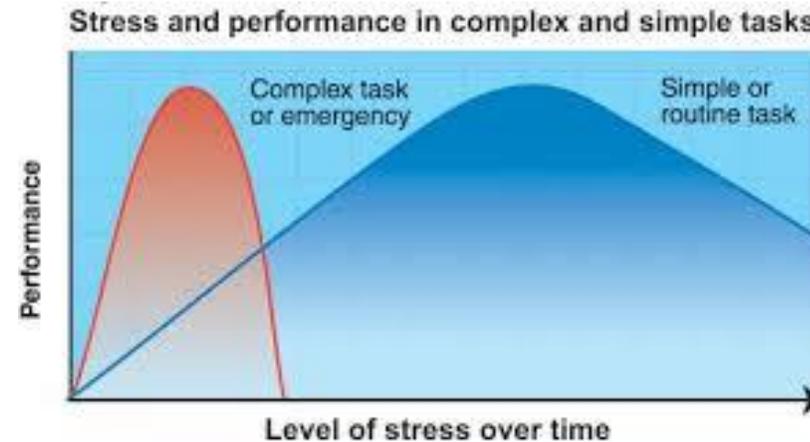
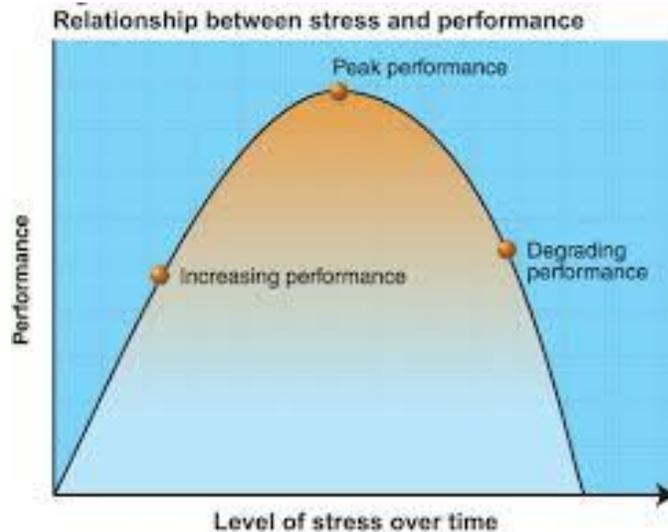


FONTE: pilotcarrernews.com



FONTE: tecmundo.com.br

- **Fatores Psicológicos e Fisiológicos**
- **Stess**
 - Mental ou físico
 - Uma carga controlada de stess é desejável, mas em alta quantidade pode ser extremamente prejudicial
 - Cabine bem projetada pode diminuir ou manter o stress dentro de níveis aceitáveis



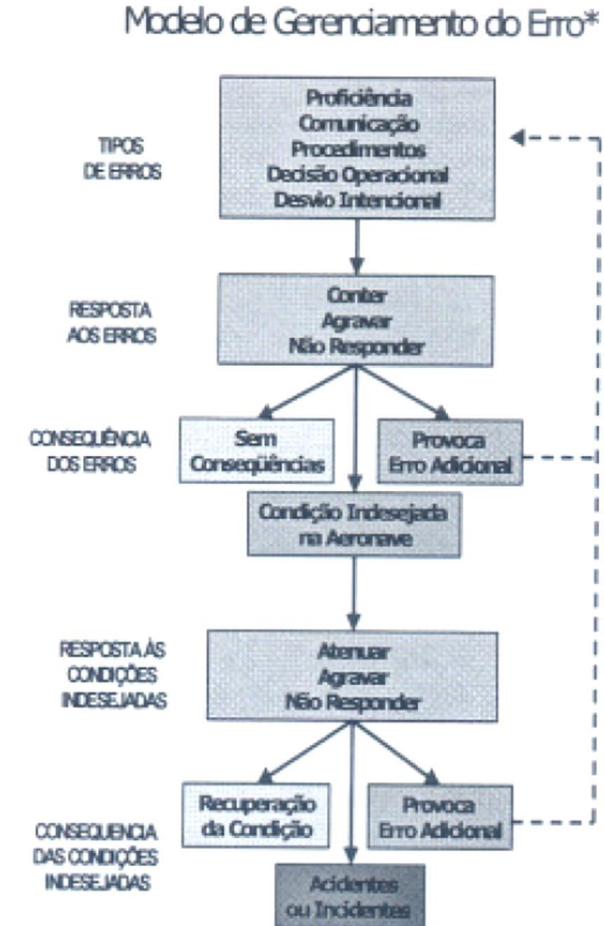
FONTE: f-air.sk

- **Fatores Psicológicos e Fisiológicos**
- **Álcool**
 - Os regulamentos aeronáuticos proíbem o uso de álcool até 8 horas antes de qualquer membro se tornar parte de uma tripulação
- **Fadiga**
 - Aguda ou crônica
- **Uso de medicamentos**
- **Depressão**
 - Testes periódicos devem ser feitos

- Generalidades
- Design de Cockpit
- Requisitos de Certificação – Aviônica
- Modelo Antropométrico
- Sistemas de Orientação
- Ilusões Causadas por Orientação Espacial
- **CRM – Crew Resource Management**
- Escala Cooper-Harper

- CRM (Crew Resource Management) é o uso eficaz de recursos para diminuir a incidência de erros humanos em aviação
- Não substitui conhecimento técnico ou habilidades básicas de voo
- Não é mudança de personalidade
- Não diminui a autoridade do comandante
- Não se baseia em democracia
- Não significa “boas maneiras” na cabine
- Não é recurso secundário ou de emergência: é atitude contínua

- Gerenciamento de erros e ameaças
- Parte do princípio de que erros acontecem e são inevitáveis
- Evita a personificação do erro, interessando-se na administração do mesmo
- O erro não causa acidentes. Suas consequências é que causam, e devem portanto ser administradas
- O modelo apresentado ao lado mostra a distância entre um erro e um acidente



FONTE: adaptado de code7700.com

* Model of Error, Rieber, Helmreich

- **Comunicação**
- Problemas possíveis da comunicação:
- Barreiras:
 - Desnível de autoridade
 - Supor que não há necessidade de falar
 - Comunicar em apenas uma direção
 - Mensagens confusas
 - Não fazer perguntas
 - Não ouvir
- Filtros:
 - Estar com ideia formada
 - Reação treinada
 - Competição
 - Estar pensando algo diferente
 - Estar falando
 - Achar que a visão dos outros não serve
 - Filtros situacionais: ruído, distração, gírias, estresse, etc.

- **Comunicação**

- Aspectos de comunicação:

1. Briefing

Deve definir o que vai ser feito e estabelecer o tom do trabalho em equipe

2. Indagação

O bom tripulante não tem receio de fazer perguntas e esclarecer dúvidas

3. Assertividade

Faça com que seus pensamentos e sentimentos sejam conhecidos e defenda o seu ponto de vista até estar convencido pelos fatos de que sua posição não está correta

- **Comunicação**

- Aspectos de comunicação:

4. Saber ouvir

Seja um ouvinte ativo. Ouvir não é uma atitude passiva. Deve ser dado um feedback com outra pergunta, concordando, cotejando ou discordando

5. Resolução de conflitos

Conflitos na cabine não são necessariamente ruins, mas deve ser mantido apenas em assuntos da cabine. É importante concentrar-se em O QUÊ está correto e não em QUEM está correto

6. Crítica e feedback

O tripulante deve desenvolver sua capacidade de dar e receber críticas construtivas

- **Formação e Manutenção de Equipe**

- **Ciclo de vida da tripulação:**

Antes da chegada – experiências anteriores influenciam no desempenho durante o voo

Formação da tripulação – durante briefing ou início das atividades

Execução da tarefa – pré-voo, voo e execução de relatório

Dissolução da tripulação – após a atividade a experiência adquirida influencia atividades futuras

- As responsabilidades do voo e dos resultados são da tripulação, e não de um ou outro membro, ainda que cada um tenha suas próprias atividades

- Formação e Manutenção de Equipe
- Estilos de Liderança

Orientação para Pessoas	Alta	9								
		8	Ênfase no apoio e incentivo às pessoas para que participem das tomadas de decisão. (TENDÊNCIA A COMPARTILHAR)				Ênfase em orientar a realização da tarefa e em estimular os outros a expressarem suas opiniões. (TENDÊNCIA A PERSUADIR)			
		7								
		6								
		5								
		4								
		3	Tendência a transferir para outros a competência pela execução da tarefa, oferecendo pouco apoio motivacional ao grupo. (TENDÊNCIA A DELEGAR)				Ênfase na forma de realizar a tarefa e no cumprimento de prazos. (TENDÊNCIA A DETERMINAR)			
		2								
	Baixa	1								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Baixa			Orientação para Desempenho			Alta		

Determinar o estilo de cada um e utilizar de forma apropriada é benéfico para o desempenho da tripulação

FONTE: adaptado de vitalsparkconsultancy.co.uk

- **Consciência Situacional e Gerenciamento da Carga de Trabalho**
- Consciência situacional – Percepção precisa dos fatores que afetam a aeronave e sua tripulação
- Influencia fortemente a segurança do voo. Quanto maior a CS da tripulação, mais seguro é o voo
- Cabe ao 1P reconhecer a contribuição de cada membro da tripulação e prover um clima onde todos possam contribuir
- Cabe à tripulação contribuir com o 1P

- **Consciência Situacional e Gerenciamento da Carga de Trabalho**
- Cadeia de erros – indícios da perda da CS:

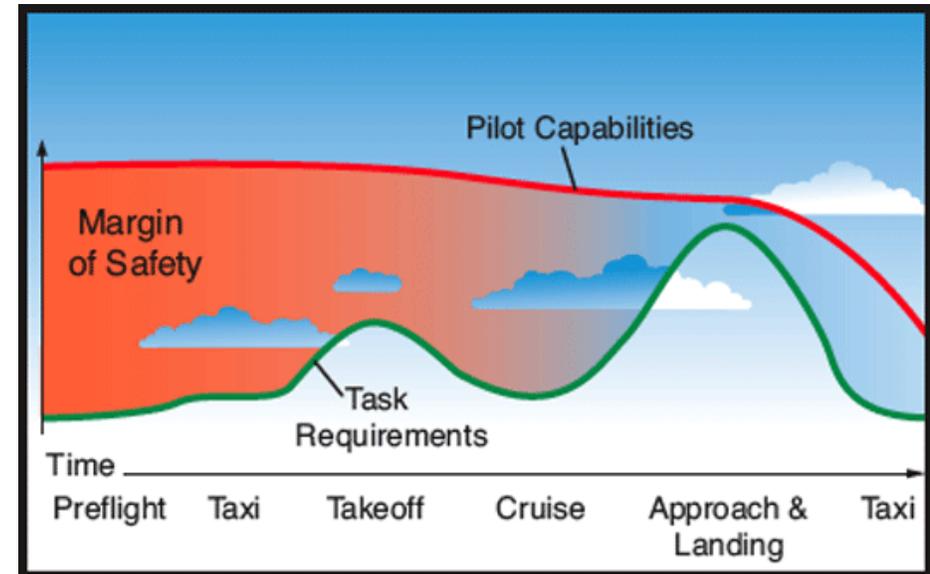


- Falha em atingir as metas
- Uso de procedimento não documentado
- Descumprimento de procedimento padrão
- Violação dos mínimos
- Ninguém pilotando a aeronave
- Ninguém olhando para fora
- Comunicação
- Ambiguidade
- Discrepâncias não resolvidas
- Fixação ou preocupação
- Confusão ou sentimento de vazio

- **Consciência Situacional e Gerenciamento da Carga de Trabalho**

- Cadeia de erros – indícios da perda da CS:

- Estresse
- Curva de estresse
- Inexperiência
- Distração
- Conflito interpessoal
- Falta de reação do outro tripulante
- Fadiga
- Complacência



FONTE: reviewbeforeflight.com

- A carga de trabalho, quando mal gerenciada, pode afetar a CS. Portanto, as atividades devem ser bem divididas e cada membro da tripulação deve estar ciente da sua função a bordo

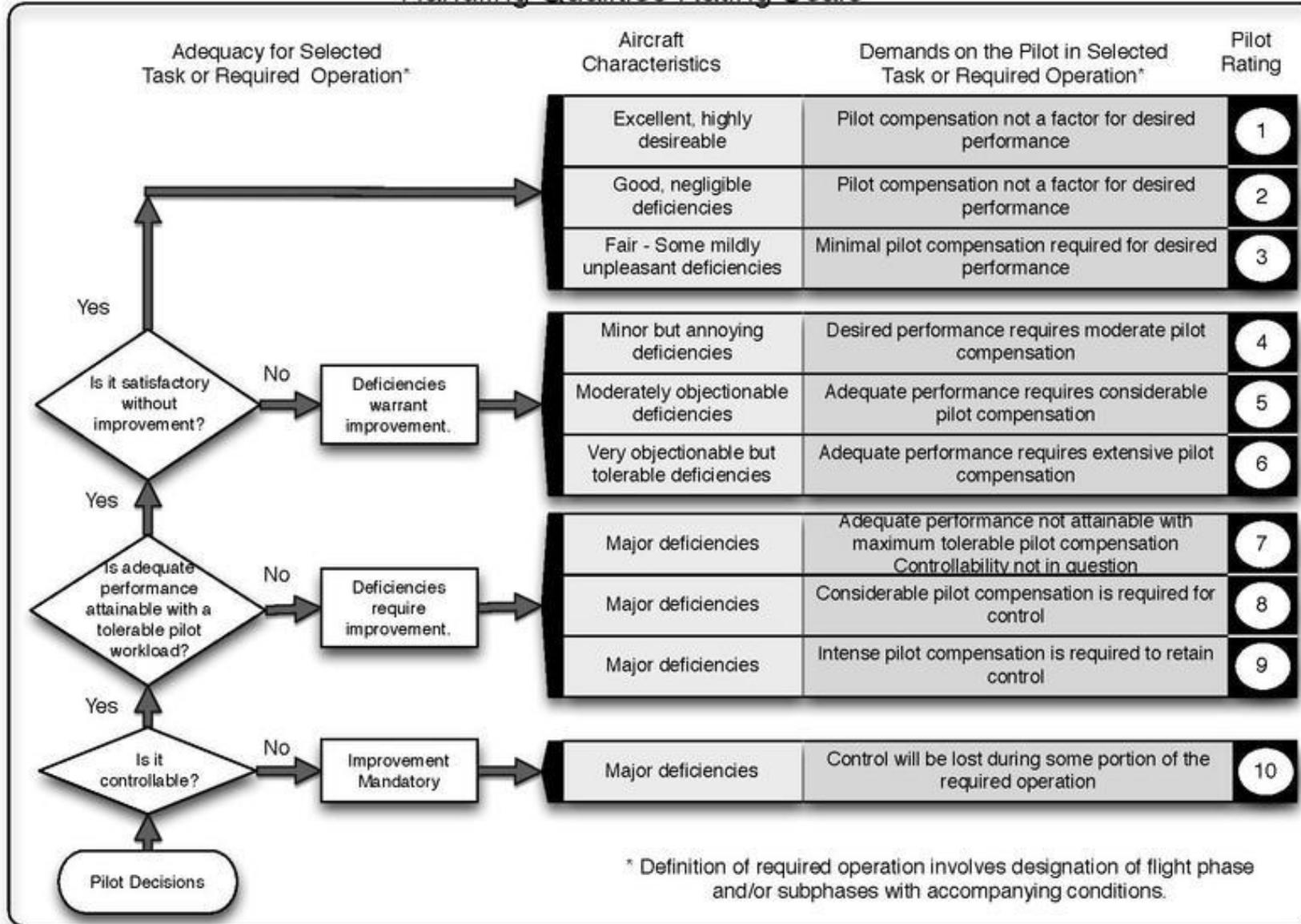
- **Processo decisório aeronáutico**
- Processos adequados para tomada de decisão NÃO são subprodutos de experiência de voo, e sim de capacidade de julgamento
- As decisões não devem ser tomadas instintivamente, e sim racionalmente
- Foi criado um “balizador” para tomada de decisões, conforme segue:
 1. Reconhecer uma necessidade
 2. Identificar um problema claramente
 3. Reunir toda informação disponível
 4. Identificar as alternativas possíveis
 5. Executar a ação
 6. Acompanhar os resultados

- **Considerações Finais Sobre CRM**
- O CRM é uma ferramenta que auxilia tripulações a realizar atividades aeronáuticas com melhor desempenho e segurança
- Deve-se levar a sério esses conceitos e aplicá-los no dia-a-dia
- CRM não é um recurso pontual, e sim uma atitude contínua

- Generalidades
- Design de Cockpit
- Requisitos de Certificação – Aviônica
- Modelo Antropométrico
- Sistemas de Orientação
- Ilusões Causadas por Orientação Espacial
- CRM – Crew Resource Management
- Escala Cooper-Harper

Escala Cooper-Harper

Handling Qualities Rating Scale



FONTE: Cooper, G. E.; Harper, R. P. (1969)