

---

# Princípios de *Universal Design* aplicados à Segurança Operacional

Paulo M. Razaboni<sup>1,2</sup>,

1 EMBRAER S.A.

2 [paulo.razaboni@embraer.com.br](mailto:paulo.razaboni@embraer.com.br)

---

## BIOGRAFIA:

Atua como especialista em Segurança Operacional na Embraer, em São José dos Campos, nas áreas de Inovação e Ciência de Dados. Engenheiro Eletricista pela USP, cursou MBA em Gestão da Produção pela Universidade Federal de São Carlos e Gestão Empresarial Competitiva pelo INPG. É membro credenciado Fator Material do SIPAER (Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), com especialização em Segurança Operacional pela Embraer e *Black-belt* em *Six-sigma*. Ministra cursos na área de Segurança Operacional e projeto. Representa a empresa junto a entidades internacionais, como IATA, ICAO, FAA.

**RESUMO:** Os "sete princípios de *Universal Design*" (Projeto Universal) foram desenvolvidos em 1997 por uma equipe de arquitetos, projetistas, engenheiros e pesquisadores na Universidade da Carolina do Norte, Estados Unidos, com o objetivo de orientar o projeto de ambientes urbanos, produtos e comunicações, a fim de gerar soluções de melhor usabilidade. A intenção inicial foi atender pessoas dentro de uma gama mais ampla de habilidades. Inclui-se dificuldades ou limitações sensoriais (visão, audição, tato etc.), motoras (ausência, incapacidade ou inabilidade) e cognitivas (relacionadas à leitura, à interpretação, ao raciocínio lógico). Um projeto bem elaborado torna o ambiente adequado a pessoas em toda a gama, sem discriminá-las, de forma que todas se sentem muito mais confortáveis e seguras em utilizá-lo. A aplicação destes princípios à Segurança Operacional visa não apenas a uma melhor utilização das aeronaves pelos passageiros e tripulação, mas também à criação de uma margem adicional de segurança em situações em que pessoas originalmente aptas se encontram sob efeito de circunstâncias que reduzem estas capacidades físicas ou cognitivas. Exemplos incluem prejuízos ao desempenho devidos à presença de fumaça, luz intensa (ou ausência da mesma), ruídos, vibrações, redução do nível de oxigênio, descompressão, efeitos adversos de medicamentos, toxinas, estresse, bem como a redução das habilidades pelo avanço da idade, doenças, condições psicológicas, fadiga etc. Discorre-se sobre as características humanas, causas de erros e os fatores agravantes, citando-se exemplos bem-sucedidos e áreas de potencial interesse para desenvolvimento de soluções.

**Palavras Chave:** Habilidades, Projeto, Segurança, Universal.

## Principles of Universal Design applied to Operational Safety

**ABSTRACT:** The "Seven Universal Design Principles" were developed in 1997 by a team of architects, designers, engineers, and researchers at the University of North Carolina, USA, with the goal of guiding the design of urban environments, products, and communications, capable of generating better usability solutions. The initial intention was to meet the needs of people within a broader range of skills. It included sensory (sight, hearing, touch, etc.), motor (absence, disability or inability), and cognitive (related to reading, interpretation, logical thinking) difficulties or limitations. A well-thought-out design makes the environment suitable for people across the range without discriminating them, so that everyone feels much more comfortable and secure while using it. The application of the same principles to Operational Safety aims not only at a better use of aircraft by passengers and crew, but also at creating additional margins of safety in situations where originally fit persons are under circumstances that reduce their physical or cognitive capacities. Examples include performance impairments due to the presence of smoke, intense light (or absence of light), noise, vibration, reduction of oxygen levels, decompression, adverse effects of medicines, toxins, stress, as well as the reduction of skills by the advancement of age, illness, psychological conditions, fatigue, etc. The article also discusses human characteristics, causes of errors, and aggravating factors, showing successful examples and areas of potential interest for the development of solutions.

**Keywords:** Skills. Design. Safety. Universal.

**Citação:** Razaboni, PM. (2018) Princípios de Universal Design aplicados à Segurança Operacional. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 9, No. 2, pp. 133-143

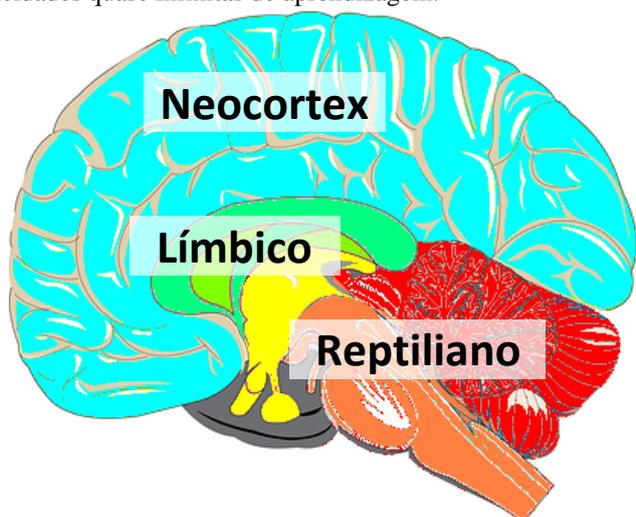
### 1 TENDÊNCIAS E DESAFIOS

O transporte aéreo tornou-se uma maneira muito difundida e segura. Como consequência, muitas pessoas que nunca haviam utilizado vieram a bordo. Do ponto de vista operacional, o treinamento da tripulação enfrentou novos desafios, não apenas por causa da demanda crescente, mas também pela necessidade de qualificar equipes para novos modelos de aeronaves e requisitos operacionais, incluindo sistemas com complexidade de projeto sem precedentes. Como um legado de outras áreas de negócios aparentemente não relacionadas, os princípios de *Universal Design*, voltados para pessoas com diferentes graus de habilidades físicas e cognitivas, aparecem como uma forma prática de prover um incremento em segurança operacional nesse cenário. Como efeito colateral, um ambiente projetado de acordo com esses princípios se tornará mais atraente e mais fácil de manusear, mesmo para usuários sem deficiências. Estes princípios aplicam-se especialmente às chamadas pessoas "fisicamente capazes" em

situações em que podem "não estar totalmente funcionais", incluindo dificuldades em ver, ouvir, mover ou concentrar-se em alguma tarefa, por exemplo. Em um ambiente resiliente ao erro humano, as pessoas serão capazes de entender melhor a situação e operar corretamente os controles, a fim de alcançar sua intenção, já que as exigências mentais e físicas menos severas proporcionadas por tal ambiente fornecerão um nível suficiente de consciência e controle da situação.

## 2 ASPECTOS HUMANOS

O cérebro humano é dividido em três zonas. O cérebro reptiliano (o mais primitivo) controla as funções vitais do corpo, como frequência cardíaca, respiração, temperatura corporal e equilíbrio. É confiável, mas tende a ser rígido e compulsivo. O cérebro límbico, que emergiu nos primeiros mamíferos, registra memórias de experiências agradáveis e desagradáveis, sendo responsável por aquilo que chamamos de emoções. É a sede dos juízos de valor, feitos muitas vezes inconscientemente, que exercem uma forte influência sobre o comportamento. Finalmente, o Neocortex assumiu importância em primatas e culminou no cérebro humano com seus dois grandes hemisférios, os quais desempenham um papel dominante. Esses hemisférios têm sido responsáveis pelo desenvolvimento da linguagem humana, pensamento abstrato, imaginação e consciência. É flexível e tem capacidades quase infinitas de aprendizagem.



**Figura 1:** Regiões do cérebro humano

Embora essas camadas estejam interconectadas e operem em conjunto, o problema surge quando, ao ser exposto a estresse ou fadiga, o cérebro tende a reverter progressivamente para o núcleo primário, o que significa que as emoções tomarão o lugar da consciência racional e, finalmente, o esforço de sobrevivência vai sobrepujar todos os outros. Algumas situações, em que o estresse gera uma demanda incremental para monitorar as próprias reações, podem até causar um tipo de colapso. É como se sentir nervoso por estar nervoso sobre algo. Assim, em um ambiente onde a informação necessária sobre uma situação for adquirida de forma mais intuitiva, e os meios para assumir o controle forem, sem dúvida, compreensíveis, o cérebro trabalhará mais eficientemente para superar os problemas, mesmo se parte dos sentidos ou as maneiras de executar a ação humana estiverem comprometidos.

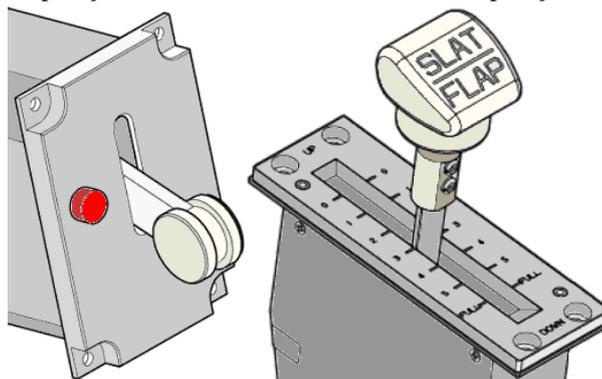
O fio condutor é que as pessoas, quando expostas a situações estressantes, tendem a agir mais instintivamente do que racionalmente, de uma maneira comum e até previsível. Então, por que não preparar a interface homem / máquina para acomodar essas reações, reduzindo o estresse autogerado para que as pessoas se sintam mais confortáveis e autoconfiantes em suas ações, permitindo assim uma colaboração mais racional do Neocortex? Imagine um cenário em que, além de todos esses fatores estressantes externos, como iluminação, ruído, tráfego, turbulência, etc., a tripulação deve lidar com uma lógica de controle complicada, alavancas, cores, contrastes ou sons mal projetados, ou o que quer que torne o ambiente estressante para eles (mesmo que não estejam cientes disso). A mesma ideia se aplica a todos os membros da tripulação, assim como aos passageiros, pois todos eles colaboram para alcançar um nível adequado de segurança operacional (por exemplo, durante a operação de abandono da aeronave).

## 3 ASPECTOS HISTÓRICOS

Historicamente, vários artefatos que seguem os princípios de *Universal Design* já foram desenvolvidos. As formas das alavancas dos trens de pouso e dos flaps são um dos exemplos mais emblemáticos. Inicialmente, a semelhança e a proximidade física entre elas (como nas aeronaves Douglas DC-3) levou a vários casos em que uma foi acionada ao invés da outra, com resultado claramente indesejado.

Atualmente, ambas as alavancas refletem uma semelhança física com o elemento controlado, permitindo que os usuários saibam positivamente que a alavanca correta está sendo manuseada. O Código de Regulamentações Federais (CFR) Parte 25 -

Padrões de Aeronavegabilidade: Aeronaves Categoria Transporte §25.777 Controles da cabine, diz: "(a) Cada controle da cabine deve estar localizado para proporcionar operação conveniente e evitar confusão e operação inadvertida."



**Figura 2:** Alavancas de trens de pouso (esquerda) e flapes (direita) de uma aeronave atual (Embraer E-195).

No limite, assumindo que um ambiente de cabine foi projetado para ser operado por uma pessoa cega, alguém que está "temporariamente cego" enfrentará menos dificuldade para obter um resultado positivo. Essa cegueira pode se originar de fumaça, condensação, poeira, iluminação intensa ou ausente, ilusões visuais, distração ou simplesmente da necessidade de se concentrar em outro campo visual. O último é exatamente o que acontece diariamente quando os pilotos usam as alavancas ilustradas na Figura 2. Esta operação usa múltiplas entradas para confirmar a ação desejada, além da visão: tátil (toque / força, proprioceptiva / movimento), som (ruído, clique), aceleração (desaceleração da aeronave) etc. Assim, a utilização de mais do que um canal sensorial é fundamental neste caso. É correto supor que mesmo um piloto qualificado pode estar propenso a acionar a alavanca errada algum dia, se estas forem próximas e semelhantes.

Assim, ainda há muito espaço para melhorar a vida da tripulação e dos passageiros, projetando um ambiente que os faça sentirem mais confortáveis, mesmo que eles não possam dizer especificamente por que um determinado item parece mais intuitivo ou atraente. O resultado final é que a interface do usuário será conectada às suas três camadas cerebrais, para que eles a entendam, apreciem-na e confiem nela.

Este artigo correlaciona os princípios do Projeto Universal com algumas das causas mais conhecidas de erro humano na aviação, avaliando ideias para elevar o nível geral de segurança operacional. Equipamentos, instruções, *software*, cores, formas, sons ou quaisquer interfaces com a tripulação ou passageiros estão implícitos. Como já foi dito, espera-se que o nível geral de estresse seja reduzido, mantendo o cérebro com as três camadas trabalhando juntas, otimizando os aspectos de capacidade de sobrevivência, afinidade e racionalidade, aumentando assim a segurança geral e a melhorando a experiência do usuário.

#### 4 FONTES DE ERRO HUMANO

Não há intenção de se cobrir aqui todas as fontes de erro humano. Algumas delas, com papel significativo nos propósitos deste artigo, serão referenciadas.

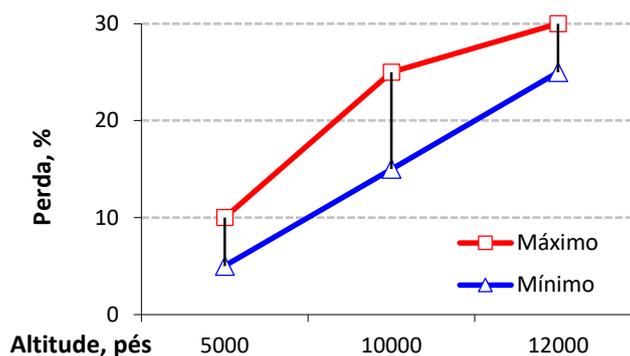
Começando pela hipóxia (falta de oxigênio para áreas do corpo onde é solicitado em um momento específico), alguns estágios podem ser definidos (REINHART, 1996):

- **Indiferente:** A visão (especialmente a noturna) deteriora-se, mesmo em pressões típicas de altitudes inferiores a 5.000 pés, sem que o indivíduo perceba.
- **Compensatório:** O corpo e a mente podem ser severamente afetados e de maneira crescente e sutil. De 12.000 a 15.000 pés, os sintomas são sonolência e falta de discernimento, e erros sutis frequentes nas habilidades de voo tornam-se aparentes. Mais perigosa é a sensação de bem-estar e indiferença (euforia).
- **Perturbação:** Dor de cabeça, visão periférica prejudicada, hiperventilação, fadiga acentuada, sonolência e especialmente euforia.
- **Crítico:** Inconsciência. Isso pode acontecer dentro de 3 a 5 minutos depois que alguém falhou em reconhecer que estava hipóxico.

A seguir estão alguns dos sintomas mais comuns que podem prejudicar a segurança:

- "Visão afunilada (túnel)" e falta de foco visual.
- Fraqueza nos músculos.
- Sentir-se muito cansado, fatigado, sonolento.
- Diminuição da sensação tátil.
- Dor de cabeça, tontura.
- Coordenação muscular diminuída.
- Gagueira, má comunicação.
- Julgamento prejudicado, pensamento lento.
- Perda de autocrítica, excesso de confiança.
- Agressividade, depressão.
- Tempo de reação diminuído.

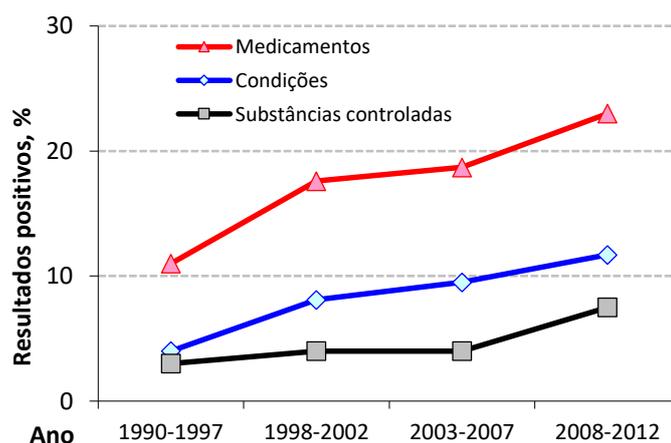
- Discriminação de cores extremamente reduzida.



**Gráfico 1:** Perda de visão versus altitude como sintoma de hipóxia - adaptado de (REINHART, 1996)

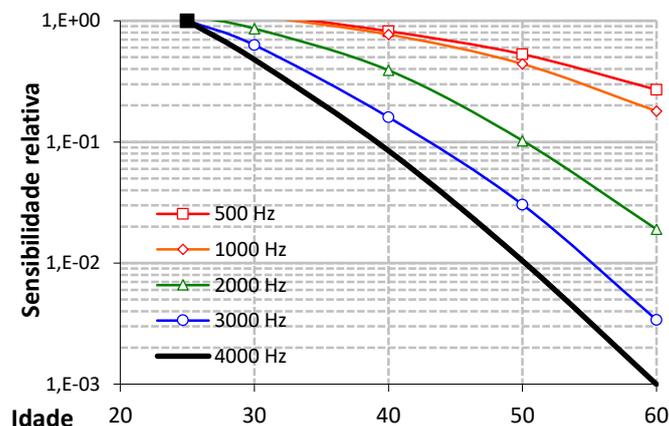
Em resumo, os sinais e sintomas da hipóxia são muitos e variados, além de imprevisíveis em qualquer momento e altitude. Como é de se esperar, o álcool e o tabaco (ou quaisquer poluentes do ar) também desempenham um papel significativo na diminuição da tolerância do corpo à hipóxia, assim como a temperatura ambiente. Alguns fatores incapacitantes comuns estão relacionados a questões de saúde, sejam elas transitórias ou não.

Um bloqueio no ouvido médio, onde a Trompa de Eustáquio esteja inchada por um resfriado ou alergia, pode causar desconforto suficiente para prejudicar os sentidos humanos. Uma sinusite também pode levar a isso. Mesmo problemas dentários, como abscessos, podem gerar uma sensação de dor incapacitante durante eventos de descompressão rápida, onde dores em articulações também podem estar presentes. Medicamentos, mesmo aqueles sem prescrição médica, podem causar reações indesejáveis, pois muitos deles reduzem a percepção ou a prontidão dos usuários (por exemplo, os anti-histamínicos têm sedação como efeito colateral).



**Gráfico 2:** Resultados positivos para drogas e condições potencialmente prejudiciais e substâncias controladas - adaptado de (NTSB, 2014)

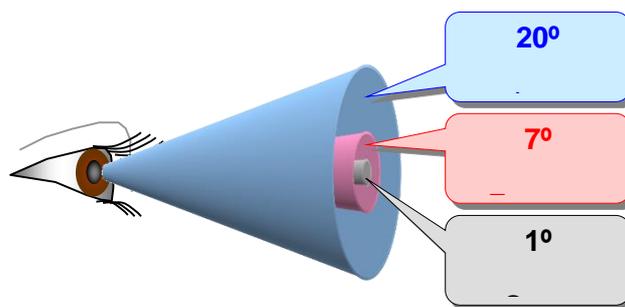
Mesmo indivíduos saudáveis devem lidar com características e limitações do corpo humano, o que é semelhante ao envelope operacional de uma aeronave. E este envelope muda com a idade, geralmente no sentido de reduzir a capacidade. Isto é especialmente verdadeiro para a audição, que afeta mais fortemente homens do que mulheres.



**Gráfico 3:** Perda auditiva com a idade (homem). Todas as curvas são traçadas contra o valor de 25 anos para um tom de 4000 Hz - adaptado de (HAWKINS, 1998)

Estima-se que 50 milhões de americanos têm algum grau de zumbido em um ou ambos os ouvidos; 16 milhões deles têm sintomas sérios o suficiente para consultar um médico ou um especialista em audição. Cerca de 2 milhões ficam tão debilitados que não podem realizar atividades diárias normais (ADOGA, 2013).

A visão também apresenta alguns truques. Além dos pontos cegos físicos para visão diurna (um em cada olho) que normalmente passam despercebidos, há também um ponto cego central na visão noturna. Uma "área livre de bastonetes" (devido à presença massiva de cones) leva a um ponto cego central em luz fraca, com cerca de 1°. Assim, a melhor área de visão durante o dia torna-se a pior delas à noite. A maneira mais comum de superar esse problema é usar a visão descentralizada, ou seja, não olhar diretamente para o assunto. Uma zona de 7° é a mais sensível às formas, enquanto uma zona de 20° responde melhor à luz.



**Figura 3:** Características do olho humano para visão noturna - adaptado de (REINHART, 1996)

A adaptação à escuridão, por exemplo, pode levar de 30 a 45 minutos para ser concluída (piorando com o aumento da idade), se nenhuma condição extrema tiver sido experimentada, como neve, água e areia brilhantes ou luzes estroboscópicas. Alguns efeitos nocivos são cumulativos e podem persistir por dias após a exposição.

Os ritmos circadianos, se não forem respeitados, podem levar à fadiga, especialmente devido ao *jet lag* ou à falta de adequada higiene do sono. Os indivíduos que trabalham à noite ou em turnos rotativos raramente conseguem uma quantidade ideal de sono. De fato, um estudo objetivo inicial mostrou que os trabalhadores dormiam de 1 a 4 horas a menos do que o normal quando trabalhavam à noite. A perda de sono é cumulativa e, no final da semana de trabalho, a dívida de sono (perda de sono) pode ser significativa o suficiente para prejudicar a tomada de decisão, iniciativa, integração de informações, vigilância, planejamento e execução de planos. Os efeitos da perda de sono são insidiosos e até severos, e geralmente não são reconhecidos pelo indivíduo (HUGHES, 2018).

A hipoglicemia, decorrente de hábitos alimentares inadequados ou horário inadequado das refeições, também pode desenvolver fadiga. Quando os níveis de glicose no sangue caem, o mesmo acontece com a cognição. E são as funções cognitivas mais elevadas, como a tomada de decisão e a capacidade de perceber o risco, que se evadem primeiro (LANDRY, 2013). Tal como acontece com a hipóxia, provavelmente o sintoma mais importante da fadiga é a sensação de indiferença, ampliando as tolerâncias e limites de desempenho, o que permite erros ou execuções de tarefas abaixo do padrão.

Um item óbvio, mas às vezes negligenciado, é a diferença entre indivíduos. Diferenças entre homens e mulheres são claras, mas não são apenas as dimensões físicas das pessoas dentro de um grupo étnico que podem variar de geração para geração. Grandes variações podem ser esperadas ao mesmo tempo, seja no tamanho total ou em proporções corporais, por exemplo, troncos e comprimentos de pernas. Se o projeto foi ruim em termos desses itens, a operação pode ser comprometida especialmente durante tarefas realizadas sob condições desfavoráveis.

Como ocorre com qualquer atividade humana, o treinamento é necessário para lidar com tarefas complexas. Uma habilidade é definida como um padrão de atividade organizada e coordenada. Pode ser física, social, linguística ou intelectual. Como alternativa ao treinamento, é possível projetar o trabalho ou a situação para apresentar menos desafios à operação. O objetivo de modificar o trabalho para se adequar ao homem, e não o contrário, é uma atividade central na tecnologia da ergonomia e tem sido frequentemente negligenciado na análise de incidentes e acidentes e nas recomendações subsequentes (HAWKINS, 1998). No caso da tripulação da aeronave, é correto supor que, embora possam ser extensivamente treinados na operação, as situações inesperadas exigem muito mais para serem gerenciadas (LANDMAN, 2017). Aliás, é por isso que uma tripulação está presente (se todas as situações fossem bem definidas, um sistema automático seria capaz de gerenciá-las). Assim, grande parte da aprendizagem (chamada "*expertise*") é obtida no trabalho. Fazemos avaliações sobre o mundo, o que atualiza nosso entendimento

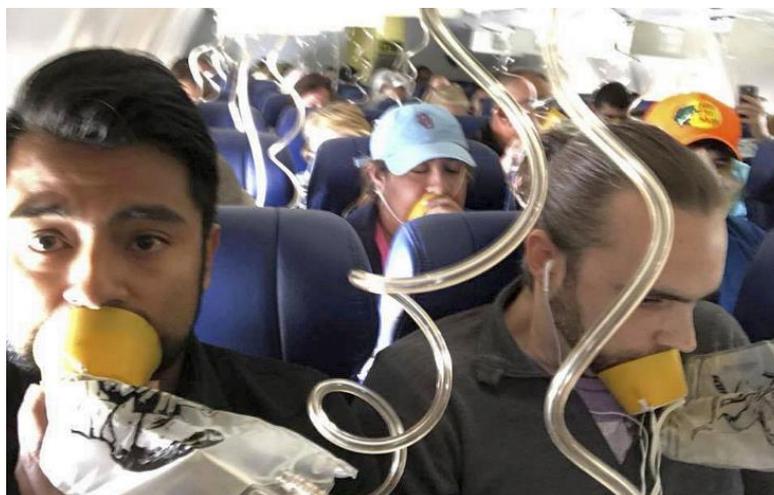
atual. Isso direciona nossas ações no mundo, que mudam a sua aparência, o que, por sua vez, atualiza nosso entendimento e assim por diante (DEKKER, 2008). Mas a nova tecnologia muda as maneiras pelas quais os sistemas falham, adicionando novas vulnerabilidades que não existiam antes.



**Figura 4:** Interfone "clássico" (esquerda), "novo" (direita).

Como ilustrado na Figura 4, em meio a uma ocorrência de fogo em motor no solo, a existência de um modelo diferente de interfone impossibilitou a comunicação entre cabine e piloto, resultando em um abandono com motor ainda girando (NTSB, 2018). As atendentes, apesar de treinadas no modelo "novo", não conseguiram operá-lo naquele momento. Estavam ocupadas com o afluxo de passageiros às saídas de emergência, com a avaliação das condições externas, e não conseguiram se ater a instruções de operação diferentes e pouco intuitivas de um aparelho que não lhes era familiar.

Nas últimas décadas, as habilidades necessárias para pilotar uma aeronave comercial mudaram consideravelmente, principalmente como resultado dos avanços no controle e projeto de interface e na tecnologia de automação. Como um exemplo grosseiro, imagine que muitos de nós talvez tenham tentado puxar uma porta através de uma barra, mesmo que um aviso diga claramente "empurre". Isso pode acontecer simplesmente porque o projeto desta barra induz o usuário a puxá-la. Alguns produtos dependem de manuais de uso para serem corretamente utilizados. Agora, imagine-se um cenário em que a utilização de algum produto ou equipamento seja de natureza esporádica, quando não há tempo ou clareza suficiente para se determinar o correto modo de operação, e que a sobrevivência possa depender disso (Figura 5.).



**Figura 5:** Posicionamento incorreto das máscaras pelos passageiros em evento de depressurização (THE NEWS TRIBUNE, 2018).

A introdução do "glass cockpit" nos anos 80 trouxe alguns tipos de erros sem precedentes. A tabela a seguir mostra a porcentagem de pilotos que relataram ter cometido erros comuns nas fases de aproximação e aterrissagem, durante a realização de um pouso automático em um avião comercial com "glass cockpit", em 2005.

**Tabela 1:** Erros induzidos pelo projeto reportados - adaptada de (BOY, 2010)

Erro	%
Não baixou o trem de pouso, até ser lembrado	19,6
Inicialmente, ajustou uma velocidade incorreta na Unidade de Controle de Voo (FCU) girando o botão na direção errada	39,1
Ajustou o botão de direção em vez do de velocidade	78,3
Introduziu valor de altitude incorreto na FCU e ativou-o	15,2
Inseriu uma direção na FCU e não conseguiu ativá-la no momento apropriado	34,8
Falhou ao monitorar a rampa de planeio e constatou que a aeronave não a havia interceptado	39,1
Configurou incorretamente o ajuste de pressão barométrica	45,7
Definiu uma altitude "fora da faixa" e em seguida, por hábito, acionou o botão de altitude	15,2

## 5 PROPOSTA DE UNIVERSAL DESIGN

A filosofia é que o produto ou equipamento deve poder ser corretamente utilizado por pessoas com uma ampla gama de habilidades físicas e / ou cognitivas (NSCU, 2018):

- **Uso Igualitário:** O projeto é útil e comercializável para pessoas com habilidades diversas;
- **Flexibilidade no uso:** O projeto acomoda uma ampla gama de preferências e habilidades individuais;
- **Uso Simples e Intuitivo:** O produto é fácil de entender, independentemente da experiência do usuário, conhecimento, habilidades de linguagem ou nível de concentração atual;
- **Informação Perceptível:** O projeto comunica as informações necessárias de forma eficaz ao usuário, independentemente das condições do ambiente ou das habilidades sensoriais do usuário;
- **Tolerância ao erro:** O projeto minimiza os riscos e as consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais;
- **Baixo esforço físico:** O projeto pode ser usado de forma eficiente e confortável e com um mínimo de fadiga;
- **Tamanho e espaço para abordagem e uso:** Tamanho e espaço adequados estão disponíveis para abordagem, alcance, manipulação e uso, independentemente do tamanho do corpo, da postura ou da mobilidade do usuário.

Mas, tendo esses princípios sido desenvolvidos em princípio para pessoas com algum grau de deficiência, qual seria a sua utilidade em um universo em que a tripulação de uma aeronave é regularmente avaliada quanto às suas aptidões físicas e mentais?

Olhando-se inicialmente para os passageiros, talvez a necessidade seja mais aparente. De acordo com o Censo dos EUA em 2010, 18,7% da população civil não institucionalizada apresentava alguma deficiência. Cerca de 12,6% tinham deficiência grave, enquanto quase 4,4% necessitavam de assistência com uma ou mais atividades da vida diária, ou atividades instrumentais de vida diária (BRAULT, 2012). Os números são semelhantes para a maioria dos países, piores ainda para alguns deles.

Projetar para pessoas com deficiência é uma necessidade real. Além disso, se você projetar algo para uma pessoa surda, essa solução também se aplica àquelas que estão em um local barulhento (ou muito silencioso). Projetando para uma pessoa cega também atenderá aquelas que não podem olhar diretamente para o produto, ou estão em uma área muito clara (ou escura). Projetar para pessoas que não podem controlar bem seus movimentos também atenderá pessoas com mãos frias, usando luvas ou sujeitas a vibrações ao fazer seu trabalho. Projetar para pessoas com capacidade cognitiva reduzida atenderá pessoas cansadas, fatigadas, sob estresse ou influência de drogas, ou mesmo aquelas que estão em atendimento a uma emergência.

Em muitos aspectos, princípios semelhantes já foram integrados ao projeto de aeronaves e já são necessários para a sua certificação. A proposta agora é dar um passo à frente usando esses princípios para impulsionar efetivamente o projeto, tornando a operação da aeronave ainda mais segura para todas as pessoas, passageiros e tripulação, em condições normais ou anormais, onde possam apresentar redução no nível de quaisquer de suas habilidades. Seguem algumas ideias e muitas perguntas destinadas a desafiar o *status quo*.

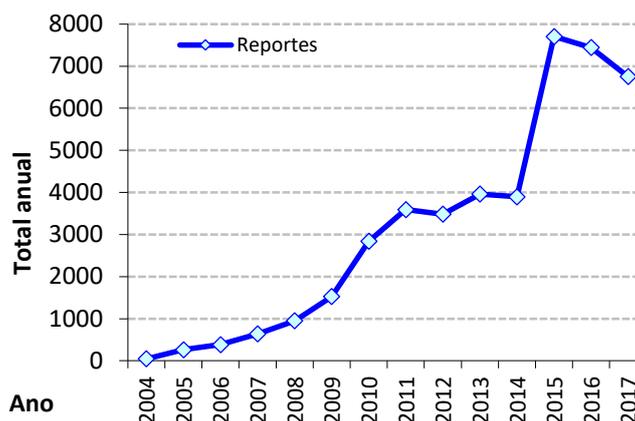
Você já pensou em usar uma linguagem clara em documentos escritos, com fontes projetadas para pessoas disléxicas? Você está surpreso com esta ideia simples? Estatísticas do governo mostram que um em cada dez americanos é analfabeto funcional, sendo a principal causa a dislexia (DYSLEXIA, 2018). Estaremos tornando a vida de 10% da tripulação (e passageiros) mais



Podemos usar mais confirmações auditivas para operações ou condições críticas? Talvez sentenças completas sejam mais assertivas do que campainhas ou sinos... Imagine um ambiente (aeronaves e pessoas) capaz de comunicar-se positivamente com as pessoas surdas (ou “tornadas surdas”), tanto durante o cruzeiro normal quanto durante qualquer emergência.

A aeronave está totalmente preparada para tripulantes e passageiros idosos (ou “mais experientes”), a maioria com deficiências sensoriais e/ou de movimento? Pense nas saídas de emergência sendo operadas por pessoas “recém-deficientes”. Você realmente considerou que, cada vez mais, os idosos precisam de produtos e serviços (como voar, por exemplo) e, para uma parte significativa deles, pode ser a primeira vez?

As instalações são inteligíveis para pessoas analfabetas? E para os cegos (ou “recém-cegados”), talvez depois de serem atingidos nos olhos por um raio *laser*? Às vezes até as luzes de um estádio podem ser fortes o suficiente para afetar os pilotos, como na Figura 8: Santa Clara, lar do *San Francisco 49ers*, na rota de voo de uma das pistas do Aeroporto Internacional San Jose Mineta (*Silicon Valley, California*).



**Gráfico 4:** Reportes de iluminação por raio *laser* feitos ao FAA (*Federal Aviation Administration*) - adaptado de (LASERPOINTERSAFETY, 2018)



**Figura 8:** Localização de estádio (em primeiro plano) em relação ao aeroporto (ao fundo).

Algumas luzes piscantes causam vertigem (um desequilíbrio na atividade das células cerebrais causado pela exposição a cintilação de baixa frequência ou a lampejos de uma luz relativamente brilhante) em você? Imagine-se dentro de um helicóptero sob o sol (sob a sombra das hélices girando).

Você sabia que a exposição a altos níveis de ruído (acima de 90dB) pode afetar negativamente as tarefas que exigem vigilância, concentração, cálculos e julgamentos ao longo do tempo? Como curiosidade, um cortador de grama pode gerar até 90dB de ruído, um processador de alimentos, 95dB, uma banda de *rock*, 110dB e um *airbag* de segurança, 170dB. Você se sentiria “um pouco surdo” logo após um acidente de carro?

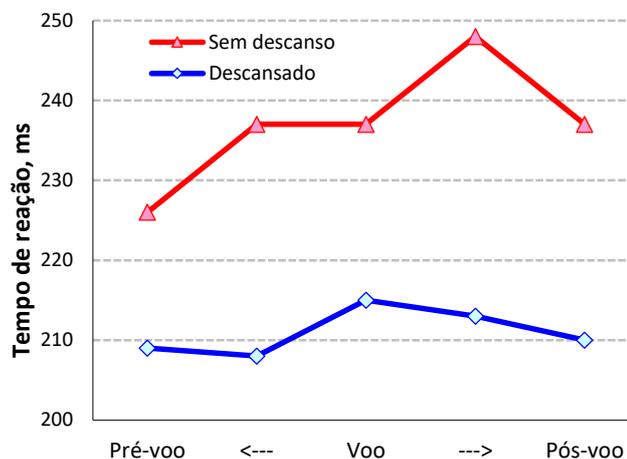
O suprimento de oxigênio será acessível e compreensível para pessoas que sofrem de algum grau de hipóxia, talvez depois de uma rápida descompressão? Esta solução inclui alguém com pneumonia, artrite, sinusite ou um mero resfriado? E não se esqueça dos fumantes e daqueles que podem ter recebido uma taça de Champanhe quando embarcaram, ou beberam vinho ou cerveja durante o voo.

Todos devem estar cientes dos aspectos relevantes da segurança operacional, incluindo os iniciantes. E você realmente conhece todos aqueles itens de segurança, ou “acessórios” dentro do carro que acabou de alugar (e faz bom uso deles)? E na aeronave na qual acabou de entrar, e esta apresentou falha logo na decolagem?

Você está em boa forma? Talvez alguns quilos extras, dor nas costas ou nos dentes, um ouvido zumbindo? Você deixou seu par de óculos na bagagem despachada em vez de trazê-los com você? Ser capaz de alcançar o exterior de uma aeronave rapidamente, mesmo sem óculos, pode salvar sua vida...

Você está bem hidratado (e regularmente vai ao banheiro)? Você está sentado há mais de duas horas, talvez assistindo a um bom filme cheio de efeitos sonoros em alto volume? A trombose pode ocorrer em situações que são tipicamente encontradas em viagens aéreas.

Você dorme bem enquanto está voando (ou entre voos, se você é um piloto)?



**Gráfico 5:** Tempo de reação para pilotos que tiveram ou não um período de descanso - adaptado de (NASA, 1994)

## 6 CONCLUSÃO

Um produto projetado para ser usado por pessoas com uma ampla gama de habilidades físicas e cognitivas demonstrará sua superioridade sob condições normais e em emergências. Para ambos, reduzir o estresse mental e físico para o seu uso levará a uma melhor conscientização e capacidade de alcançar o resultado desejado.

Soluções que não aumentam os custos são possíveis, desde que sejam bem consideradas. Lidar com limitações e restrições é a atividade diária de bons engenheiros, e cada um deve ter em mente as necessidades não ditas dos clientes e aquelas que podem surgir durante o uso do produto, mesmo em situações imprevisíveis. É aí que a excelência entra em jogo.

E para todas as pessoas que irão interagir com esses itens bem projetados, mesmo que não estejam cientes das razões, eles parecerão mais atraentes, agradáveis e fáceis de usar, durante a vida diária (evitando a fadiga) ou durante emergências (permitindo maior assertividade).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos profissionais com quem interajo na realização das minhas atividades, pelos desafios que me apresentaram e levaram ao desenvolvimento deste método em particular. Também agradeço à minha família pelo apoio e pelo tempo de convívio que cederam. Finalmente, agradeço a Deus pela oportunidade da vida e pelos meios que me concedeu para compreender um pouco melhor a Sua criação.

## REFERÊNCIAS

- ADOGA, A.A. **The Association between tinnitus and mental illness, mental disorders - Theoretical and Empirical Perspectives**, InTech, 2013.
- BOY, Guy A. **The handbook of human-machine interaction: a human-centered approach**, 1st edition, Ashgate, 2010.
- BRAULT, Matthew W. **Americans With Disabilities: 2010**, P70-131, US Census Bureau, issued July 2012.
- DEKKER, Sidney. **The Field Guide to Understanding Human Error**, 1st edition, Ashgate, 2008.
- DYSLEXIA - Davis Dyslexia Association International, **Adult Dyslexia and ADHD: Effects in the Workplace**, Disponível em: <https://www.dyslexia.com/about-dyslexia/understanding-dyslexia/adult-dyslexia-in-the-workplace/>, Acesso em 8 Jan 2018, 09:00.
- GARDNER, Steven D. **Evaluation of the Colorbrewer color schemes for accommodation of map readers with impaired color vision**, A Thesis in Geography for The Pennsylvania State University, August 2005.
- HAWKINS, Frank H. **Human Factors in Flight**, 2nd edition, Ashgate, 1998.
- HUGHES Ronda G. **Patient Safety and Quality: An Evidence-Based Handbook for Nurses**. Rockville Agency for Healthcare Research and Quality, 2008. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2651/>, accessed on Jan 29th, 2018.

- LANDMAN A., **The Influence of Surprise on Upset Recovery Performance in Airline Pilots**, The International Journal of Aerospace Psychology, 27:1-2, 2-14, Publicação online em 04 out 2017, Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10508414.2017.1365610>, Acesso em 07 mai 2018 às 13:20.
- LANDRY, Steven J. **Advances in Human Aspects of Aviation**, 1st edition, CRC Press, 2013.
- LASERPOINTERSAFETY, **Laser illumination incidents reported to the U.S. Federal Aviation Administration**, Disponível em: <http://www.laserpointersafety.com/latest-stats/latest-stats.html>, Acesso em 4 Mai 2018, 13:55.
- NASA Technical Memorandum 108839 - DOT/FAA/ 92/24 : **Crew Factors in Flight Operations IX: Effects of Planned Cockpit Rest on Crew Performance and Alertness in Long-Haul Operations**, Sep 1994.
- NSCU - North Carolina State University, **The Center for Universal Design**, Disponível em: <https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/>, Acesso em 7 Jan 2018, 15:00.
- NTSB - National Transportation Safety Board, **Safety Study SS-14/01: Drug Use Trends in Aviation: Assessing the Risk of Pilot Impairment**, NTSB, Adopted 2014.
- NTSB - National Transportation Safety Board, **Uncontained Engine Failure and Subsequent Fire - American Airlines Flight 383 - Boeing 767-323, N345AN Chicago, Illinois October 28, 2016**, Disponível em: <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR1801.pdf>. Acesso em 19 abr 2018 às 13:00.
- REINHART, Richard O. **Basic Flight Physiology**. 2nd edition, McGraw-Hill, 1996.
- THE NEWS TRIBUNE, **Air disaster proves what flight attendants fear: Many don't listen to safety speeches**, Disponível em: <http://www.thenewstribune.com/news/nation-world/article209281134.html>, Acesso em 19 abr 2018 às 13:00.....