
Melhores práticas no design de listas de verificação, considerando as limitações humanas

Stuart “Kipp” Lau^{1,2}

Tradução: Margareth Hasse³ e Maurício Lorenzini Coelho⁴

1 Stuart “Kipp” Lau: é Comandante de Airbus 300 em uma grande companhia aérea. Possui, ainda, qualificação de tipo nas aeronaves Boeing 747, 747-400, 757/767, Regional Jet e Saab 340. Além de voar, Lau atua como presidente do Comitê FOQA e membro do Comitê de Investigação de Acidentes em sua companhia aérea. Foi voluntário em vários grupos de trabalho internacionais, incluindo International Helicopter Safety Team, NBAA, Global HFDM Working Group e ICAO. Já escreveu várias centenas de artigos sobre segurança de voo e pilotagem. Atualmente, ele escreve um blog mensal para *Aviation International News*.

2 <https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2023-03-01/best-practices-checklist-design-account-human-limitations>

3 margaf flare@gmail.com

4 mauricio.lorenzini@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O texto publicado na *Aviation International News* - Vol. 53 / Nº 3 de março de 2023, de autoria de Stuart “Kipp” Lau, nos traz um excelente exemplo de estudos relacionados aos Fatores Humanos na Segurança de Voo. Ao nos determos nas linhas do texto, saltam aos olhos a interface *Liveware – Software* do modelo SHELL de análise de fatores humanos.

Kipp Lau, neste texto, apresenta a importância de serem observados critérios específicos para a elaboração de listas de verificação, atento a algumas limitações humanas, considerando os fatores que afetam o design, os métodos de percepção e interpretação das informações, compreensão e cognição, bem como o processamento de textos e compreensão da linguagem, todos relacionados com os estudos de ergonomia e fatores humanos.

2 AS LIMITAÇÕES HUMANAS

As listas de verificação de aeronaves são a base da padronização do piloto e da segurança da cabine de comando. Após uma série de acidentes aéreos no final da década de 1980, os profissionais de segurança começaram a reconhecer e a se preocupar com o fato de que o uso indevido, o não uso ou o design inadequado das listas de verificação poderiam contribuir para um acidente aeronáutico. Até este ponto, o design da lista de verificação e a filosofia de seu uso escaparam da contribuição ou análise dos profissionais de fatores humanos.

O NTSB reconheceu pela primeira vez a importância do uso da lista de verificação e seu papel crítico na segurança de voo em 1969, após o acidente de decolagem sem flap de um Boeing 707-321C da Pan American Airways da Base Aérea de Elmendorf, no Alasca. A queda do Clipper Racer da Pan Am - um voo totalmente cargueiro com destino ao Vietnã do Sul - matou os três tripulantes.

O NTSB descobriu que “Flaps” aparecia na lista de verificação antes do táxi do Pan Am, mas não estava incluída na lista de verificação antes da decolagem. Observou-se que o copiloto baixou os flaps antes do táxi, mas enquanto a aeronave se preparava para o descongelamento, o comandante retraiu os flaps. Depois, o copiloto comentou: “Tudo bem, não vamos esquecer disso”.

Entre as prováveis causas do acidente, de acordo com o Safety Board, estavam uma lista de verificação defeituosa, o sistema de alerta de decolagem defeituoso do 707 e o estresse causado por um cronograma apressado. Em sua recomendação, o NTSB solicitou: “A lista de verificação do cockpit da transportadora aérea deve ser revisada em um esforço para garantir que cada lista forneça um meio de lembrar a tripulação, imediatamente antes da decolagem, que todos os itens críticos para um voo seguro foram cumpridos”.

Infelizmente, foram necessários 18 anos e três acidentes aéreos durante um período de 15 meses para que o NTSB e a indústria reconhecessem os problemas relacionados aos aspectos dos fatores humanos do design dos procedimentos da lista de verificação.

No primeiro acidente, em maio de 1987, um bimotor turboélice British Aerospace J-3101 (*Jetstream*) da Air New Orleans caiu após a decolagem em Nova Orleans. Durante a subida inicial, a tripulação de voo sentiu um forte movimento de guinada e flutuações no torque do motor. O capitão tentou pousar e ultrapassou a pista, cruzando uma rodovia atingindo vários veículos.

O NTSB concluiu que “as alavancas de RPM do motor foram avançadas para uma posição inferior a totalmente à frente ou não foram avançadas antes da decolagem, indicando uma falta de disciplina da lista de verificação por parte da tripulação”.

Um fator contribuinte, de acordo com o relatório, afirmou que “o tipo de letra da lista de verificação da *Air New Orleans* era 57% menor do que os critérios recomendados pela engenharia humana. Esse tipo de letra menor reduziu a legibilidade da impressão mesmo em condições ideais.” Além disso, o NTSB recomendaria formalmente que a FAA emitisse uma circular

consultiva aos operadores comerciais recomendando o uso de uma lista de verificação de procedimentos que incorporasse critérios de projeto de engenharia humana para o tamanho e o estilo de impressão.

O NTSB também sugeriu que a mudanças frequentes na lista de verificação pode ter um efeito negativo na importância da lista de verificação para a tripulação de voo, ocasionado o que é conhecido por *change fatigue*¹. A Air New Orleans introduziu recentemente o *Jetstream* em sua frota, observou o relatório. “Revisões frequentes de listas de verificação para aeronaves recém-adquiridas são compreensíveis, mas o fato de que esta lista de verificação normal foi alterada sete vezes entre janeiro e maio de 1987 [apenas cinco meses] sugere ao Conselho de Segurança que seu projeto original (o fabricante) e aprovação (FAA) pode ter sido inadequado e pode ter causado confusão entre as tripulações de voo.”

No segundo acidente, apenas três meses após a queda do *Air New Orleans*, um Northwest McDonnell Douglas MD-82 caiu logo após a decolagem do Detroit Metro Airport após uma decolagem sem flap / sem slat. Os seis tripulantes e 148 dos 149 passageiros morreram no acidente. Duas pessoas foram mortas no chão. O NTSB concluiu que a causa provável do acidente foi a falha da tripulação ao usar a lista de verificação de táxi para garantir que os flaps e slats estivessem estendidos para a decolagem.

Um ano depois, a tripulação de um Boeing 727-200, da Delta Air Lines, tentou uma decolagem sem flap/slat e caiu 22 segundos após a decolagem no Aeroporto Internacional de Dallas Fort Worth. Dos 108 passageiros e tripulantes a bordo da aeronave, 17 morreram e 76 ficaram feridos. O NTSB concluiu que “a tripulação de voo não estendeu os flaps ou slats do avião para a decolagem”.

Erros de percepção humana foram prováveis neste acidente, considerando que o gravador de voz da cabine capturou o segundo oficial lendo a lista de verificação, declarando "flaps" e o primeiro oficial respondendo "quinze, quinze, luz verde" - uma resposta normal. Presumivelmente, o primeiro oficial faria referência visual aos indicadores de posição dos flaps/slat internos e externos (“quinze, quinze”) e a iluminação dos flaps de bordo de ataque e indicador de slats (“luzes verdes”). Nesse caso, porém, os indicadores de posição mostrariam “zero” e “sem luzes” sem os flaps ou slats estendidos. O monitoramento ativo exige que o piloto “procure por algo” em vez de “olhar para algo”.

3 NTSB QUER PESQUISAS

Durante as audiências do NTSB sobre o acidente do MD-82 da Northwest Airlines, o finado Earl Wiener - um especialista em fatores humanos e cientista da NASA - testemunhou na época, “que não sabia de nenhuma pesquisa de fatores humanos sobre como uma lista de verificação deveria ser projetada.” Pesquisas adicionais da NASA concluíram que, em 1989, não havia essencialmente nenhuma pesquisa de fatores humanos disponível relacionada a listas de verificação de aeronaves - em nenhum lugar, nem nos EUA, nem Europa Ocidental ou qualquer outro lugar.

Após os acidentes da Air New Orleans Jetstream e Northwest Airlines MD-82, o NTSB recomendou que a FAA convocasse um grupo de pesquisa de desempenho humano para determinar “...se existe algum tipo de método de apresentação de checklist que produza um desempenho melhor por parte do pessoal usuário.” Além disso, o Conselho de Segurança recomendou que a FAA especificasse critérios de tipografia de lista de verificação para operadores comerciais.

Como resultado, a NASA iniciou sua jornada para investigar os muitos elementos de fatores humanos relacionados ao design e procedimentos da lista de verificação de aeronaves. Os pesquisadores encontraram problemas relacionados não apenas ao design físico da lista de verificação, mas também às questões sociais que levaram os pilotos a usá-la indevidamente, ou não a usar.

O resultado desta pesquisa incluiu dois documentos de pesquisa: *Human Factors of Flight-Deck Checklist: The Normal Checklist* (Degani e Wiener, maio de 1990) e *NASA's On the Typography of Flight-Deck Documentation* (Degani, dezembro de 1992). Posteriormente, o CAA do Reino Unido produziu um documento (agora em sua terceira edição - 2006), CAP 676: *Guidance on the Design, Presentation, and Use of Emergency and Abnormal Checklist*.

A NASA define a principal função da lista de verificação como a de garantir que a tripulação configure adequadamente a aeronave para o voo e mantenha esse nível de qualidade durante todo o voo e em todos os voos.

Geralmente, uma lista de verificação serve como um “auxílio de trabalho” para operações muito complexas: auxilia no recall, verifica a configuração da aeronave (mesmo quando os pilotos estão fisicamente ou psicologicamente “degradados”), fornece uma sequência adequada de ações, fornece uma estrutura sequencial para requisitos operacionais, permite a verificação cruzada, mantém todos os membros da tripulação “informados”, facilita a coordenação e a carga de trabalho ideais da tripulação e é uma ferramenta de gerenciamento de qualidade.

Um objetivo negligenciado no design da lista de verificação é sua capacidade de promover uma atitude positiva em relação ao uso deste documento ou procedimento. Para o operador da linha de frente - neste caso os pilotos - uma lista de verificação deve ser “bem fundamentada” no ambiente operacional atual com uma percepção sólida de sua importância e não ser considerada um incômodo. Por design, deve ser uma interface eficaz entre o humano e a máquina.

¹ *Change fatigue*: resistência ou resignação passiva às mudanças organizacionais por parte de um empregado (Traduzido de <https://www.atlassian.com/blog/leadership/change-fatigue>)

Existem dois métodos ou filosofias na condução ou execução de uma lista de verificação - o "desafio e resposta" ou a "lista de tarefas". Cada método tem seu mérito.

Desafio e resposta são denominados com mais precisão "resposta-verificação-desafio". Usando esses métodos, os pilotos configuram a aeronave para a fase de voo apropriada usando um padrão de "fluxo". Um padrão de fluxo é uma sequência arraigada de ações executadas a partir da memória. Após a conclusão do fluxo, os pilotos usam a lista de verificação para verificar se os itens críticos foram configurados corretamente; um piloto lê a parte "desafio" da lista de verificação - ambos verificam - e o outro piloto fornece a resposta apropriada.

Geralmente, a maioria das aeronaves modernas utiliza um "conceito escuro e silencioso" (redundância de configuração) em que, se a aeronave estiver configurada corretamente, o painel superior (ou painéis de sistemas) não terá nenhuma luz acesa. Nesse caso, todos os itens no padrão de fluxo podem não estar incluídos na lista de verificação - um simples desafio de "painel superior" e uma resposta "definida" podem ser apropriados se cada tripulante verificar que nenhuma luz está acesa.

O método de desafio e resposta é muito eficiente; cada membro da equipe pode cumprir seus padrões de fluxo atribuídos e, quando todos estiverem "apanhados", a equipe pode concluir coletivamente a lista de verificação.

4 PASSO A PASSO

Uma "lista de tarefas" é denominada com mais precisão uma "chamada-fazer-resposta". Usando este método, a lista de verificação é usada para conduzir os pilotos a um procedimento passo a passo (como um livro de receitas), onde um piloto direciona o outro piloto para configurar um controle de cockpit. Em teoria, todos os controles da cabine de comando (interruptor, alavanca ou outro) seriam listados na lista de verificação e ambos os tripulantes teriam que estar presentes para cumprir a lista de verificação.

As vantagens da lista de tarefas são que ambos os tripulantes podem verificar a ativação apropriada do interruptor. As desvantagens da lista de tarefas são que elas são muito detalhadas e as listas de verificação são demoradas. Conforme planejado, cada piloto deve estar no assento durante todo o processo.

De acordo com a NASA, as filosofias para o design da lista de verificação podem variar de acordo com o tipo de operação. Um operador de curta distância - mais de três segmentos por dia - pode optar por evitar uma longa lista de verificação meticulosa. Listas de verificação altamente repetitivas podem levar os pilotos a desenvolver "soluções alternativas" que incluem apenas os itens críticos ou pular a lista de verificação completamente. Para o operador de longa distância - um a dois voos por dia - os pilotos podem ser menos resistentes a uma lista de verificação mais detalhada.

O CAP 676 da CAA do Reino Unido incorpora uma ferramenta de auditoria de lista de verificação (CHAT - *Checklist Audit Tool*) para determinar se uma lista de verificação está em conformidade com as melhores práticas de fatores humanos, conforme definido no documento. O CHAT é usado de forma mais eficaz como uma ferramenta de análise de lacunas para identificar áreas onde uma lista de verificação pode ser melhorada. Com esse recurso, o operador pode avaliar um checklist em aspectos como características físicas, conteúdo, layout e formato.

As características físicas analisam itens como o tamanho do documento real, contraste e cor e outros detalhes, como tipografia. Um dos erros mais comuns no design da lista de verificação é a tipografia. Há dois fatores principais que precisam ser considerados, legibilidade da impressão e facilidade de compreensão, para levar em consideração condições de leitura abaixo do ideal na cabine de comando.

A legibilidade da impressão ou discriminação envolve a seleção adequada de caracteres alfanuméricos para permitir ao leitor identificá-los rápida e positivamente de outras letras ou caracteres. A facilidade de compreensão refere-se à qualidade da palavra ou texto para permitir o rápido reconhecimento de uma única palavra, grupos de palavras, abreviaturas ou símbolos. Esses fatores, de acordo com a pesquisa, são cruciais para os documentos da cabine de comando, como listas de verificação.

Hoje existem milhares de tipos ou fontes disponíveis. Dois grupos principais de fontes são aplicáveis aos documentos da cabine de comando: Roman e Sans-serif. Roman é o estilo de fonte normalmente usados em jornais. Sans-serif inclui fontes contemporâneas (Calibri ou Arial, por exemplo) que não incluem os pequenos traços (serifas) que se projetam horizontalmente a partir da parte superior ou inferior de um traço principal. A pesquisa mostrou que o Sans-serif é mais legível do que o romano. A ausência de serifas apresenta uma tipografia mais simples e limpa. Arial ou Helvética são os preferidos.

5 MAIÚSCULA OU MINÚSCULA

Muitas listas de verificação são publicadas usando TODAS AS LETRAS MAIÚSCULAS - isso geralmente é uma tentativa de adicionar ênfase. O consenso dos pesquisadores é de que letras minúsculas são preferidas e recomendadas em vez de maiúsculas. As letras minúsculas são mais legíveis porque o padrão de uma palavra é armazenado na memória humana (pense nas "palavras visuais" que são ensinadas às crianças).

As palavras minúsculas têm ascendentes (o traço vertical de um "b" ou "d") e descendentes ("p" ou "q") que contribuem para o padrão único de uma palavra. As palavras minúsculas aparecem como "características", enquanto as palavras maiúsculas

aparecem como uma “CAIXA RETANGULAR”. O uso de palavras MAIÚSCULAS para títulos de lista de verificação é permitido, mas o estilo para cima e para baixo é o preferido (Fig. 1).



Figura 1 - Maiúscula ou minúscula (Fonte: AIN Vol. 53 Nº 3, mar 2023)

O tamanho do tipo é importante para facilitar a leitura, especialmente para pilotos mais velhos. Por volta dos 50 anos, há uma redução de 50% na iluminação da retina em comparação com uma pessoa de 20 anos. Em geral, um tamanho de fonte entre 14 e 20 é recomendado. CAP 676 e FAA 8900.1 recomendam que os cabeçalhos sejam impressos em tamanho 14 (mínimo 12) e o corpo normal de uma lista de verificação em tamanho 12 (mínimo 10). Qualquer tamanho de fonte inferior a 10 não é recomendado. As listas de verificação relacionadas à fumaça devem usar uma fonte maior para melhorar a legibilidade.

Para contraste, texto preto sobre fundo branco é o preferido (FAA e CAA) e texto preto sobre fundo amarelo é aceitável (CAA).

Projetar uma lista de verificação deve ser fácil, certo? Trinta anos atrás, os pesquisadores frequentemente se deparavam com a seguinte afirmação: “As listas de verificação são simples e diretas, então o que há para estudar sobre elas?” Para as transportadoras aéreas (121 operadoras nos EUA), o design de uma lista de verificação que incorpora considerações de fatores humanos não era uma prioridade até o início dos anos 2000.

Na aviação executiva, apenas recentemente os fabricantes adotaram pesquisas sérias de fatores humanos para renovar o design e as filosofias de listas de verificação e manuais de referência rápida (QRH - *Quick Reference Handbook*) para criar ferramentas de cockpit úteis para o usuário final. A Bombardier foi uma das primeiras a adotar esses conceitos com a introdução do Global 7500. A ideia era fazer uma lista de verificação útil para o piloto de linha do dia a dia, em contraste a um piloto de provas.