

MPRA

Munich Personal RePEc Archive

Human Factors or Technological Factors? The Air Traffic Control Case

Sampaio, José João

2001

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/9814/>
MPRA Paper No. 9814, posted 04 Aug 2008 10:00 UTC

FACTOR HUMANO OU FACTOR TECNOLÓGICO?

O Caso dos Serviços de Tráfego Aéreo

José João Martins Sampaio

SOCIUS – ISEG/UTL

josejmsampaio@netcabo.pt

<http://jjmsampaio.googlepages.com/home>

1. INTRODUÇÃO

As novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) permitindo a recolha, distribuição e tratamento de dados em tempo real, abrem novos horizontes na automatização de tarefas e deverão libertar pilotos e controladores de tráfego aéreo, para a análise e resolução de problemas de natureza mais complexa. É assim que a solução para a crescente procura dos serviços de apoio à navegação aérea parece encontrar suporte em duas opções complementares: a) incremento da componente estratégica na utilização do espaço aéreo e b) aumento substancial das tarefas e decisões de controlo de tráfego aéreo processadas automaticamente, mantendo a componente Humana a responsabilidade pelo funcionamento do sistema e pela tomada de decisão final.

Mas, se a automatização de tarefas permitirá processar um volume muito mais significativo de tráfego aéreo, não deverá esquecer-se que a natureza Humana tem os seus próprios limites, os quais poderão constituir, neste novo enquadramento, um forte constrangimento ao desenvolvimento de uma política de competição global que, alicerçada no desenvolvimento da automatização dos serviços de tráfego aéreo, permita a manutenção de elevados padrões de qualidade, os quais na actividade aeronáutica significam segurança.

Nesta comunicação proponho a discussão desta realidade que actualmente atravessa de uma forma geral todo o espectro socio-laboral: O que significa (realmente) IHM:

Interface Homem/Máquina, Integração Homem/Máquina ou Interação Homem/Máquina? Deverá a natureza humana ser entendida como um constrangimento face ao desenvolvimento de um ambiente automatizado? Ou, pelo contrário deveremos admitir que o progresso tecnológico não tem conseguido desenvolver sistemas suficientemente Humanizados? Porquê Factor Humano e não Factor Tecnológico?

2 - INDIVIDUAL *VERSUS* AUTOMATIZADO

2.1 - Sistemas de Decisão Baseados no Humano

Inicialmente um serviço de apoio, no alvorecer da aviação civil comercial, os serviços de tráfego aéreo, nomeadamente o controlo de tráfego aéreo, embora constituindo uma actividade complexa e requerendo a resolução de inúmeras tarefas, desempenhadas por controladores de tráfego aéreo, apoiado em sistemas automatizados de tratamento de dados, passaram por um período de total dependência da componente humana, quer no que respeita ao desempenho, quer à componente cognitiva individual e colectiva, subjacente à determinação de padrões operacionais. O controlador de tráfego aéreo (CTA) era então o único responsável pela interpretação da situação de tráfego aéreo, alicerçada na informação disponibilizada exclusivamente através de comunicações rádio (R/T) com as diferentes tripulações, ou completada com o suporte de informação posicional resultante de processamento radar.

Neste contexto a automatização está limitada à recolha e tratamento de dados de voo, transformado a informação “bruta” num conjunto de dados coerente, utilizado pelos CTA nas suas tomadas de decisão. As memórias de trabalho e de longo prazo desenvolvem um ritmo de trabalho adequado às suas características, permitindo ao CTA assumir integralmente a percepção situacional¹ daí resultante e tomar as acções que, de acordo com o seu quadro mental entender mais convenientes (Quadro 1).

QUADRO 1 – MEMÓRIA E DESEMPENHO OPERACIONAL

<u>Memória de Trabalho</u>	<u>Memória de Longo Prazo</u>
Armazena as <i>características</i> visuais e audio do ambiente em que evolui o <i>tráfego</i> aéreo.	Utiliza a informação da memória de trabalho para construir/actualizar o <i>modelo mental</i> do ambiente de tráfego.
Mantém informação actualizada da <i>situação real do tráfego aéreo</i> .	Actualiza continuamente os esquemas cognitivos de actuação, utilizando a retro informação fornecida pela memória de trabalho – <i>Experiência</i> .
Define a prioridade das tarefas de acordo com o <i>modelo mental construído</i> .	Selecciona o esquema de acção para a resolução de determinado problema – <i>Destreza</i> .
<p>≅ <i>Sensível a :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a) Densidade e características dos acontecimentos; b) Funcionalidades do sistema de controlo de tráfego aéreo; c) Situações inesperadas 	É responsável por um <i>Desempenho</i> seguro baseado na destreza .

2.1 - O Processo Automatizado de Tomada de Decisão

O final dos anos 1980 e a década de 1990 assistiram a um enorme desenvolvimento das tecnologias de informação, as quais no sector aeronáutico têm constituído a base da implementação de novas técnicas e equipamentos, em terra e a bordo das aeronaves, sempre com o objectivo de promover um uso cada vez mais racional do espaço aéreo, como resposta ao crescimento da procura de uma maior capacidade de processamento, que possibilite a absorção do aumento do volume de tráfego.

Os CTA vêm-se assim cada vez mais “entrincheirados” entre tecnologias e procedimentos “clássicos” e a emergência de uma nova filosofia de tráfego aéreo, baseada em conceitos de eficiência, custo-benefício, produtividade e desempenho contabilizado através do número de aviões controlados.

A memória de trabalho dos CTA é, desta forma, solicitada para um trabalho que se situa no limite da sua capacidade². Consequentemente, o aumento do volume de tráfego aéreo, implicando uma maior percepção sequencial e lógica e obrigando a memória de

trabalho dos CTA a processar num curto espaço de tempo uma maior quantidade de eventos, pode conduzir a uma interpretação e/ou processamento incorrecto dos dados percebidos. Esta situação surge como consequência de um aumento significativo da automatização do processamento de dados e tarefas, tradicionalmente da responsabilidade exclusiva dos CTA. As instruções são ainda fornecidas pelos controladores, mas o sistema de tomada de decisão começa a tornar-se de algum modo, condicionado pelo ambiente completamente automatizado, o qual substitui progressivamente a percepção que o controlador tem da situação de tráfego e do trajecto das aeronaves, detecta potenciais conflitos, realiza a maioria das transferências e coordenações de tráfego, para além de outras tarefas acessórias.

Parece óbvio que uma tal mudança dos ambientes de trabalho implica uma constante adaptação quer dos engenheiros de sistemas quer dos controladores de tráfego aéreo. De facto, o determinismo tecnológico poderá criar condições para a perda de uma das mais importantes fases do processo cognitivo: a construção da realidade individual (percepção situacional) factor determinante para uma coerente interpretação e resolução dos problemas operacionais – quadro 2.

A complexificação dos sistemas produtivos pode assim implicar a sua “libertação” do controlo humano. Por outro lado, a componente *Demens* da natureza Humana imprescindível à inovação e à criatividade, garante a existência de uma riqueza comportamental incompatível, em muitos casos, com o determinismo que presidiu ao desenho do sistema.

Fala-se então em **Factor Humano**, como o maior constrangimento ao aprofundamento do desenvolvimento tecnológico.

QUADRO 2 – MEMÓRIA E DESEMPENHO OPERACIONAL TECNOLOGICAMENTE

DEPENDENTE

<u>MEMÓRIA DE TRABALHO</u>	<u>MEMÓRIA DE LONGO PRAZO</u>
<p>? Mantem uma imagem do ambiente externo mais <i>Difusa e Intermitente</i>.</p> <p>? Acompanha o <i>Comportamento do Sistema</i>.</p> <p>? Confia na definição de tarefas <i>Prescrita pelo Sistema Automatizado</i>.</p> <p><i>SENSÍVEL A :</i></p> <p>d) <i>Densidade e características dos acontecimentos;</i></p> <p>e) <i>Funcionalidades do sistema operacional;</i></p> <p>f) <i>Situações inesperadas.</i></p>	<p>? Interrompe o processo de construção de esquemas cognitivos de actuação – <i>Degradação da Experiência Operacional</i>.</p> <p>? Constrói modelos mentais da previsível actuação do sistema – <i>Novas Competências?</i></p> <p>? Confia nos sistemas automatizados de apoio à resolução de problemas – <i>Degradação da Destreza Operacional</i>.</p> <p>? Não pode ser responsável por um desempenho operacional seguro, baseado na destreza operacional. O elemento Humano passa a <i>operador do sistema automatizado?</i></p>

A verdade é que a introdução do relatório “Introduction to Human Factors in Aviation” preparado para a NAFTA Tri-National Human Factors Initiative, FAA Civil Aeromedical Institute,³ refere :

“Durante os últimos 40 anos mais de 80% dos acidentes e incidentes em aeronáutica civil, têm sido atribuídos ao elemento humano [...] Se se pretende diminuir a taxa de acidentes e incidentes, é necessário promover um conhecimento mais abrangente dos aspectos relacionados com o Factor Humano [...].

Convirá talvez retermo-nos um pouco sobre esta questão: o que significa realmente Factor Humano?

Refere a circular 227 da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) :

“Factor Humano refere-se a pessoas: trata de pessoas, dos seus ambientes de trabalho e da sua relação com o equipamento [...] refere-se ainda ao relacionamento das pessoas com outras pessoas... e persegue um duplo objectivo que pode ser definido como segurança e eficiência”.

Contudo não tem sido possível vislumbrar progressos significativos após mais de vinte anos de estudo do chamado Factor Humano.

Existirá um Factor Tecnológico?

3 – ACERCA DE IHM⁴

3.1 Interface ou Integração?

O acrónimo IHM – Interface Homem Máquina tem vindo a ser usado com um significado ambíguo, evoluindo efectivamente para Integração Homem Máquina, significando padronização de procedimentos num modelo único e esperando que todos os “actores” (Homem e/ou máquina) procedam de forma pre-determinada tendo em vista a produção de resultados padronizados, previamente definidos.

As decisões recentes da Comissão Europeia no domínio da capacidade do espaço aéreo⁵ parecem confirmar uma tendência para o estabelecimento de um espaço aéreo comum europeu, enquanto a estratégia 2000+ para a gestão do tráfego aéreo confirma esta tendência: *“O espaço aéreo dos estados da ECAC (European Civil Aviation Conference) devem, para fins de gestão do espaço aéreo, ser considerados como um continuum não se confinando às fronteiras nacionais”*. Parece evidente que esta estratégia só poderá ser atingida se a componente humana for, também ela, padronizada, i.e. treinada para agir e reagir de forma padronizada, não pondo em causa a coerência do sistema. Até onde será possível automatizar processos e padronizar diferentes culturas e ambientes de trabalho? Será possível padronizar as emoções e reacções de quem tem de decidir operacionalmente em tempo real?

Parece não existirem dúvidas de que um excesso de automatização de tarefas e a introdução de sistemas de apoio à decisão, em tempo real, levarão a componente humana a abdicar progressivamente da iniciativa própria, deixando ao sistema automatizado a “responsabilidade” do processamento de toda a informação necessária ao conjunto de tarefas que devem ser desempenhadas:

“Confiar apenas no elemento humano levará a um desequilíbrio crítico entre a capacidade e a procura, dentro de poucos anos” (ATM 2000+ strategy - 2.3.3.).

O elemento Humano estará então confinado ao papel de espectador, solicitado a intervir apenas em situações anormais. No entanto e seja qual for a evolução da automatização dos Serviços de Controlo de Tráfego Aéreo, está perfeitamente assumido que o controlo de tráfego aéreo deve permanecer uma profissão centrada no humano.

Este é o cerne da questão: a pressão da procura força a um desenvolvimento contínuo de sistemas automatizados os quais, por seu lado, repousam na extensão das capacidades cognitivas e comportamentais da natureza humana (controlador de tráfego aéreo). Esta extensão das capacidades humanas só poderá ser atingida num contexto de equilíbrio entre automação e a adaptação do elemento humano a novas formas de relacionamento Homem/Máquina. O incremento da utilização de instrumentos de apoio automatizados, constituindo um dos alicerces de todo o desenvolvimento dos serviços de tráfego aéreo, não deverá, por isso, evoluir no sentido da limitação da Percepção Situacional e da tomada de decisão cognitivamente assumida.

Torna-se, pois necessário evoluir para um novo conceito de IHM - *Interação Homem Máquina*, significando que a questão não se resume agora ao desenvolvimento de interfaces, adaptando da melhor forma possível a componente humana à componente tecnológica. Trata-se de perceber que a transição para um novo conceito de relacionamento Homem/Máquina necessita de uma aproximação que respeite ambas as realidades. Supermáquinas implicarão sempre a existência de Sub-Homens (Kaufman et al, 1978) e uma sociedade de sub-homens estará inevitavelmente condenada ao fracasso.

4 – NOTAS FINAIS

Pretendemos nesta comunicação mostrar alguns dos constrangimentos inerentes à institucionallização de uma política de desenvolvimento económico deterministicamente suportada pela automatização dos sistemas e pela padronização dos novos ambientes laborais. Trata-se, afinal, do respeito pela componente humana no desenvolvimento sistémico dos novos esquemas produtivos.

O caso dos serviços de controlo de tráfego aéreo, tratando-se embora de uma realidade muito específica, mostra claramente a necessidade de não afastar a componente humana do processo decisório em ambientes complexos, independentemente da actividade

desenvolvida. Uma aproximação possível e já testada pela FAA/NASA, através do projecto CTAS⁶ prevê a realização de testes operacionais aos sistemas desenhados, desde o início do seu desenvolvimento. Esta aproximação inovadora numa perspectiva dinâmica de desenho e teste dos sistemas de forma continuada parece, pelo menos no caso da FAA, ter obtido bons resultados e contribuído para um desenvolvimento integrado e equilibrado entre os ambientes operacionais e sistémico. De facto, consegue-se desta forma, evitar o risco dos constrangimentos operacionais resultantes de uma arquitectura centrada exclusivamente na tecnologia e suportada por regras de relacionamento Homem/Máquina, perfeitamente descontextualizadas (Beverly et al., 1993) embora mantendo a tradicional responsabilização dos operadores pelo controlo e pela segurança (Erzberger 2000).

A dificuldade em “humanizar” os novos ambientes operacionais não resulta assim exclusivamente da existência de um factor humano, mas antes da incapacidade de desenvolver sistemas humanamente compatíveis, isto é, da existência de um factor tecnológico. Diremos então:

Factor Tecnológico refere-se a automatização. Trata de sistemas complexos, dos seus ambientes sistémicos, da subordinação ao elemento Humano e da facilitação da sua capacidade de decisão e de destreza operacional. Refere-se ainda ao respeito pelas componentes cognitiva, emocional e socio-cultural em que se insere... e persegue um duplo objectivo que pode ser definido como segurança e eficiência.

5. BIBLIOGRAFIA.

Beverly D. Sanford, Kelly Harwood, Sarah Nowlin, Hugh Bergeron, Harold Heinrichs, Gary Wells, Marvin Hart (2000), "Center / TRACON automation system: Development and evaluation in the field", 38th Annual ATC Association Conference Proceedings - October 1993. <http://www.ctas.arc.nasa.gov/>.

EATCHIP (1999), Operational Concept Document (OCD), Eurocontrol.

Domogala Phillipe (1998), "To be or not to be Human in a Computerised

environment", Paper presented to the EGATS Forum at Maastricht. In *The Controller* volume 37 1st quarter.

Erzberg Heinz, (2000), "Welcome to CTAS". <http://www.ctas.arc.nasa.gov/>,

Hoffman Eric, Nicolaon Jean-Pierre, Zeghal Karim (1999) "Transfer of Separation Responsibilities to Aircraft". In *Skyway Magazine*, spring.

Kaufmann Arnold (1978), Pezé Jacques. *Sub-Homens e Super- Máquinas*, Lisboa, Editorial Pórtico.

Learmount David (2000), "Data Overload". In *Flight International* 7-13 March

McCormick Carrol (1999) "Pilots take a screen test. In *Air Traffic Management*, september- October

Morin Edgar, s.d., *O paradigma perdido - a natureza humana*. Mem Martins, Europa América.

Tarnowski Etienne (1999), " Understanding design philosophy can help pilots benefit from modern automated flight systems". In *ICAO Journal* n° 54 november-december

Towards the 21st Century - IFATCA Magazine special number.

Yntema, D. "Keeping track of several things at once". In *Human Factors*, 6.

¹ PERCEPÇÃO SITUACIONAL é o processo pelo qual o elemento Humano extrai do ambiente externo a informação pertinente, integra essa informação com o modelo mental previamente adquirido e constroi uma imagem mental coerente, tendo em vista a actualização dos esquemas cognitivos de tomada de decisão.

² A memória humana gere melhor um pequeno número de eventos com muitas variáveis, que um grande número de eventos com poucas variáveis (Yntema 1963).

³ <http://www.cami.jccbi.gov>

⁴ Interface Homem Máquina

⁵ *Flight International* 7-13 Março 2000

⁶ CTAS -Centre TRACON (Terminal Radar Control) Automated System