



## PROCESSOS DE DECISÃO DE PILOTOS LINHA AÉREA EM SITUAÇÕES NÃO PRESCRITIVAS

Marcia Fajer<sup>1\*</sup>

Frida Marina Fischer<sup>2</sup>

### Resumo

---

O estudo avaliou a complexidade do processo de decisão na aviação, destacando fatores que influenciaram as estratégias das decisões dos pilotos de linha aérea em eventos inesperados que envolviam situações não previstas pelas regras. Teve como objetivo analisar quais foram os fatores determinantes da tomada de decisão bem-sucedida dos pilotos considerando o modelo de decisão utilizado e os aspectos cognitivos envolvidos. Para compreender as estratégias de decisão nestes momentos foram entrevistados 10 pilotos de linha aérea. As entrevistas foram semiestruturadas, baseadas no método *Applied Cognitive Task Analysis (ACTA)*, que sistematiza a compreensão das situações em que as pessoas fazem julgamentos, tomam decisões e resolvem problemas, usando as suas habilidades cognitivas. Posteriormente, as informações dos 12 eventos relatados foram analisadas e classificadas em 121 segmentos, segundo a taxonomia *Schema World Action Research Method (SWARM)*, desenvolvida especificamente para análises de decisão aeronáutica. Os métodos combinados permitiram identificar que os processos de decisão tiveram como base experiências e as informações presentes no ambiente, resultando em um processo dinâmico e ecológico, diferente da abordagem analítica prescritiva presente nos treinamentos dos pilotos. Este estudo permitiu verificar que a compreensão dos processos de decisão naturalista em situações não prescritas pelas regras, são um fator preditivo para a segurança de voo, considerando o protagonismo de quem faz o trabalho e sua capacidade de construir a segurança usando o seu conhecimento, sua experiência e agregando novas formas de agir.

**Palavras-chave:** Piloto de linha aérea, Processos de decisão, Decisão naturalista, Análise cognitiva da tarefa.

### AIRLINE PILOT DECISION-MAKING PROCESSES IN NON- PRESCRIPTIVE SITUATIONS

### Abstract

---

The study evaluated the complexity of the decision-making process in aviation, highlighting factors that influenced the decision strategies of airline pilots in unexpected events involving situations not covered by regulations. Its objective was to analyze the determining factors of successful decision-making by pilots, considering the decision model used and the cognitive aspects involved. To understand the decision strategies in these moments, 10 airline pilots were

---

<sup>1</sup> Associação Brasileira de Psicologia da Aviação (ABRAPAV) <https://orcid.org/0000-0002-2782-6561>\*  
marcia.fajer@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo (Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública).  
<https://orcid.org/0000-0001-9403-6300>



interviewed. The interviews were semi-structured, based on the Applied Cognitive Task Analysis (ACTA) method, which systematizes the understanding of situations in which people make judgments, make decisions, and solve problems, using their cognitive skills. Subsequently, the information of 12 reported events was analyzed and classified into 121 segments according to the Schema World Action Research Method (SWARM) taxonomy, specifically developed for aeronautical decision analysis. The combined methods allowed for the identification the decision-making processes were based on experiences and the information present in the environment, resulting in a dynamic and ecological process, different from the prescriptive analytical approach present in pilot training. This study allowed us to verify the understanding of naturalistic decision-making processes in situations not prescribed by rules is a predictive factor for flight safety, considering the protagonism of those doing the work and their ability to construct safety by using their knowledge, experience, and incorporating new ways of acting.

**Keywords:** Airline pilot, Decision-making processes, Naturalistic decision-making, Cognitive task analysis.

## 1. Introdução

A decisão dos pilotos tem sido reconhecida como uma das causas de acidentes aéreos e os erros de julgamento estão constantemente presentes nos relatórios de análises de acidentes. O erro humano citado repetidamente como um importante fator contribuinte ou a causa dos acidentes é usado pela engenharia para a avaliação de risco probabilístico, quando trata da confiabilidade de sistemas complexos, resultando numa percepção generalizada de que o erro é um problema do ser humano. A maioria das pessoas aceita o termo erro humano como uma categoria de causas potenciais para atividades ou resultados insatisfatórios (Woods, Dekker, Cook, Johannesen & Sarter, 2017).

Dekker (2019) considera que a partir do início do séc. XX, a busca pela segurança percebia o homem como a causa dos problemas e foram desenvolvidas intervenções direcionadas a adequar o ser humano através de processos seletivos, treinamentos e passou a se considerar que os problemas poderiam ser resolvidos com o controle das pessoas. Na segunda metade do século, a segurança foi direcionada ao sistema e as intervenções voltadas para a tecnologia que deveria levar em consideração as limitações humanas.

A segurança, antes definida pela ausência de eventos negativos, passa a ser percebida pela presença das capacidades e competências do homem em reconhecer e se adaptar aos desafios, passando a se considerar que o compromisso básico dos fatores humanos é: “tornar o mundo um lugar melhor, um lugar mais viável para a sobrevivência, um lugar mais agradável. E talvez, mais recentemente, um lugar mais sustentável” (Dekker, 2014, p. 22).

A mudança na concepção da segurança, porém, traz consigo um retrocesso e, de acordo com Dekker (2019), um retorno à segurança comportamental, na medida em que a tecnologia e os procedimentos que tornaram o sistema excelente, não são suficientes para reduzir o número de lesões e acidentes.

Pilotar uma aeronave é uma operação complexa que requer um conjunto de habilidades especializadas e disciplina, para seguir os procedimentos. Grande parte das ações que um piloto executa são realizadas em sequências preestabelecidas, elas ocorrem antes, durante e depois de um voo e são sistematicamente repetidas durante os treinamentos.

Os processos de treinamento a que ele se submete ocorrem em salas de treinamentos, no simulador de voo e na aeronave, envolvendo o desenvolvimento de habilidades técnicas como, por exemplo, o conhecimento dos sistemas da aeronave ou procedimentos de navegação e habilidades não técnicas como o treinamento de gerenciamento de recursos da equipe. Além dos treinamentos iniciais, são realizados treinamentos periódicos para que não sejam perdidas ou esquecidas habilidades por desuso (Martinussen & Hunter, 2017).

A tarefa do piloto é altamente prescritiva, todavia, é necessário também fazer julgamentos na presença de incertezas e riscos consideráveis e escolher quais ações executar no momento apropriado. Existe a necessidade adaptações que imprimem a “assinatura” de cada piloto em diversas partes do processo, resultando em decisões que devem ser tomadas de maneira rápida e prudente, para não incorrer em erros que podem levar a acidentes. Os pilotos precisam ter a compreensão das possibilidades de interações das diferentes partes do sistema, das consequências de suas ações e da amplitude do seu alcance, pois essas combinações podem implicar em riscos relacionados à confiabilidade e à segurança.

As condições nas quais as decisões são tomadas, nem sempre apresentam todos os elementos facilmente perceptíveis, ou podem ser de difícil compreensão imediata e ocorrer em condições em que pode haver a pressão do tempo ou restrições dos recursos disponíveis.

Perrow (2011) considerou sistema de aviação como complexo, por apresentar ligações estreitas entre várias de suas partes, e possibilitar interações originadas por sequências desconhecidas ou não planejadas e inesperadas.

A previsibilidade do comportamento humano no trabalho, se limita à cadeia de eventos na interface imediata com os sistemas técnicos. Quanto mais longe do núcleo técnico, maiores são as possibilidades de ajustes do comportamento. Consequentemente, as referências em termos de classificação de um comportamento como normal ou adequado, ao se fazer um julgamento sobre um erro, pode ser menos exata para o trabalhador (Rasmussen, 1985).

Woods, Dekker, Cook, Johannesen & Sarter (2017) consideram que os trabalhadores para alcançarem seus objetivos estão sempre tentando se antecipar para evitar um fracasso. Durante a tentativa de não fracassar, buscam as possíveis trajetórias onde a falha pode ocorrer. Essa estratégia, porém, pode ser equivocada, fazendo-se necessário calibrar a percepção com relação de qual seria o melhor caminho. Uma forma de aumentar a segurança em sistemas complexos é não apenas criar possibilidades para os indivíduos reconhecerem que uma trajetória está se aproximando de um resultado ruim, mas também oferecer opções de recuperação antes que ocorram as consequências indesejáveis.

O trabalhador decide fazendo escolhas que podem ser inteligentes e racionais. Como a decisão é um processo que não ocorre de forma isolada, é preciso considerar um sistema de relações complexas, no qual as pessoas tanto interagem influenciando, devido à sua forma particular de perceber os eventos, como são ao mesmo tempo influenciadas pelas mudanças que ocorrem no ambiente que é dinâmico. O julgamento está envolvido nos processos de decisão, e, portanto, os mecanismos psicológicos responsáveis pela forma como enquadrados os problemas produzem mudanças significativas na avaliação de probabilidades e nos resultados, indicando uma necessidade significativa de compreender a sua formulação (Tversky & Kahneman, 1981).

Rasmussen (1985) já questionava os métodos de decisão considerando a necessidade de pesquisas mais direcionadas às estratégias e às hierarquias de abstração dos processos de decisão.

No início da década de 1990, Klein (2008) considerou que as teorias de análise de decisão, embora fossem bastante adequadas, eram limitadas para entender como as pessoas



decidem em contextos do mundo real, onde as condições são dinâmicas e continuamente mutáveis, onde existe pressão do tempo, em que as tarefas podem não estar sempre bem definidas e existem consequências pessoais para os erros.

O'Hare (2003) considera que a aviação exige o uso inteligente dos processos de decisão; não há uma única abordagem que atenda às diferentes estratégias usadas por cada piloto, e que, um mesmo tomador de decisão pode usar diferentes estratégias. Para esse autor, a questão é se a ênfase deve ser no tomador da decisão ou na representação do problema.

Pilotos mais experientes podem identificar causas subjacentes aos problemas e usar modelos mais complexos e mais acuidade, além de compreender o problema e o ambiente. A maior diferença entre os especialistas e novatos, neste caso, é sua capacidade de avaliar a situação, em vez de sua capacidade de gerar e escolher entre as opções (Orasanu & Martin, 1998). Estudos sobre análises de acidentes mostraram que as decisões tomadas pelos pilotos não foram baseadas nem avaliadas em termos do custo-benefício das alternativas, mas sim, na experiência prévia (Strauch, 2016).

O trabalhador decide fazendo escolhas. Identificar processos utilizados para tomar decisões é conhecer uma parte da contribuição das pessoas para a segurança dos sistemas de trabalho. Para compreender melhor os processos que envolvem as decisões e a forma com que nos apropriamos delas, Kahneman (2012) propôs dois modos de pensar e decidir, que chamou de raciocínio e intuição. Considerou como raciocínio a realização de uma operação matemática ou o preenchimento de um formulário, por exemplo. E como intuição, o entendimento de uma piada ou a criação de uma ironia. O raciocínio é feito de forma deliberada e com esforço; a intuição parece ser espontânea, ou sem esforço.

As condições que favorecem tomadas de decisão intuitivas são situações que exigem uma maior velocidade em função da pressão do tempo. Estão em um ambiente dinâmico e podem ser treinadas, e embora não se possa prescindir de uma maneira prescritiva de decidir, os sistemas complexos como os presentes na aviação, podem se beneficiar das duas formas para aprimorar os processos de decisão.

A origem da tomada de decisão naturalista surgiu a partir da percepção de que as pessoas decidem em ambientes do mundo real, sem gerar um conjunto de estimativas de probabilidade, e que raramente empregam técnicas sistemáticas. A tomada de decisão naturalista é um processo pelo qual o conhecimento obtido através da experiência é utilizado para tomar decisões. Ele é a base para a compreensão de como as pessoas decidem em ambientes naturais utilizando a intuição, que pode ser rapidamente aplicada, produzindo decisões que são quase tão boas quanto as obtidas de forma prescritiva. Essas são focalizadas em treinamentos e sistemas de apoio à decisão com base em padrões formais (Klein, 2008).

As pesquisas sobre *Naturalistic Decision Making (NDM)* buscam uma abordagem diferente na compreensão dos modelos de decisão, tentando descobrir as estratégias a partir da capacidade das pessoas decidirem em momentos difíceis e não a partir de prévios procedimentos (erros de decisão), ampliando de forma significativa a forma de compreender o processo, incluindo a percepção e o reconhecimento das situações (Klein, 2008).

Existem muitas maneiras de tomar decisões e muitos fatores que influenciam o processo de decidir, é importante levar em consideração as condições em que se toma a decisão e o que vai definir o resultado. Uma decisão de um piloto no momento de uma emergência pode seguir o mesmo processo de um investidor no mercado financeiro? O processo de decisão dos pilotos deveria ser, em função de repetitivos treinamentos e protocolos, uma escolha baseada na racionalidade, refletindo a melhor opção, como se fosse um processador de informações que

está o tempo todo vigilante? Ou os cenários podem ser imprevisíveis e exigir outras estratégias do piloto?

Foram avaliadas as estratégias usadas pelos pilotos para que se mantenha a segurança do voo em situações críticas e não previstas pelas normas. Verificou-se como e quais eram os aspectos cognitivos que estavam presentes no processo de decisão dos pilotos e que poderiam ser facilitadores no momento da ação, tendo como base a abordagem da tomada decisão naturalista.

## 2. Métodos

Dois métodos foram utilizados para a identificação dos aspectos cognitivos presentes na decisão: a) a análise cognitiva da tarefa, *Cognitive Tasks Analysis (CTA)*, que se propõe ao estudo da macrocognição para compreender como as pessoas raciocinam sobre problemas complexos quando o contexto é de alto risco e as condições das mudanças são rápidas; b) a taxonomia, *Schema World Action World Research Method (SWARM)*, desenvolvida para fornecer uma descrição detalhada da tomada de decisão aeronáutica. Ambos métodos têm como base as referências da decisão naturalista que enquadram o processo decisório em uma perspectiva descritiva, e que considera situações e decisões em momentos reais.

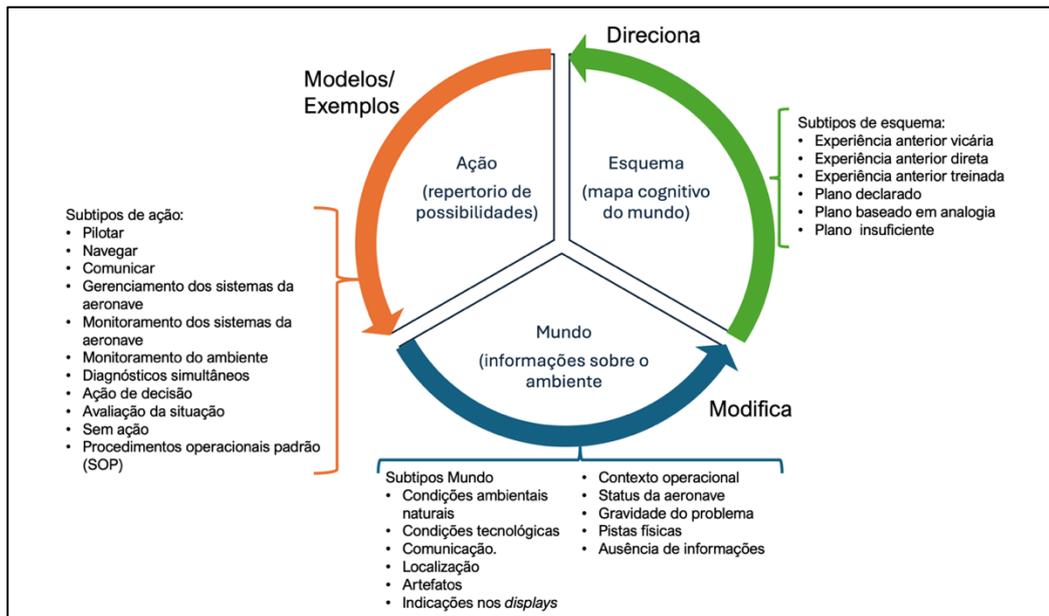
Os dados foram coletados através de entrevistas, elaboradas considerando a necessidade de identificar as estratégias de tomada de decisão, a resolução de problemas, o planejamento e a consciência da situação. O processo de obtenção de informações foi feito por meio de sondagens cognitivas em uma entrevista semiestruturada retrospectiva. As entrevistas realizadas contemplaram quatro áreas: diagrama da tarefa, auditoria do conhecimento, ponto crítico e conhecimento do participante. Cada etapa foi subdividida em 28 itens e subitens (Klein & Armstrong, 2004).

A taxonomia *SWARM* foi desenvolvida a partir do modelo de ciclo perceptual (*Perceptual Cycle Model – PCM*) de Neisser<sup>3</sup>, segundo Plant e Stanton (2013). O modelo é baseado na interação entre a pessoa e o mundo, com ênfase no papel dos esquemas, através de uma relação recíproca e cíclica. Parte do pressuposto de que o conhecimento que o indivíduo tem do mundo o leva a antecipar certos tipos de informação (ESQUEMAS) e direciona o seu comportamento (AÇÃO) na busca e na interpretação de informações, influenciando, atualizando e modificando os esquemas cognitivos e por sua vez a sua interação com o ambiente (MUNDO). A taxonomia *SWARM* permite evidenciar uma compreensão do processo e não apenas dos resultados de uma decisão, inserindo o indivíduo e seus esquemas dentro do ambiente de tomada de decisão, apoiando a noção de que a cognição é distribuída por um sistema mais amplo.

Plant e Stanton (2013) desenvolveram um modelo para facilitar a identificação dos elementos do modelo de ciclo perceptual, projetado e validado especificamente para a tomada de decisão aeronáutica, para capturar a interação entre os esquemas internos e as informações do mundo externo. A taxonomia foi desenvolvida por meio de um processo iterativo de análise indutiva que resultou para cada categoria 29 subtipos, e dentro de cada subtipo é possível extrair mais informações sobre a tomada de decisão. A figura 1 ilustra a divisão dos subtipos de acordo com o ciclo perceptual.

---

<sup>3</sup> Neisser U. *Cognition and reality: principles and implications of cognitive psychology*. San Francisco: W.H.Freeman and Co.1976. 230 p.



**Figura 1** – Distribuição dos subtipos do ciclo perceptual para a tomada de decisão aeronáutica.

Fonte: Plant & Stanton (2013), adaptado por autoras.

Os subtipos classificados podem variar de frequência de acordo com a linha do tempo de desenvolvimento do evento em seis fases: pré-incidente, início do problema, ação imediata, tomada de decisão, ações subsequentes e contenção do evento.

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública da USP, via Plataforma Brasil e aprovado de acordo com o parecer 3.692.937, de 8 de novembro de 2019. Todos os participantes do estudo assinaram por escrito ou eletronicamente o termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com a resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2010 do Conselho Nacional de Saúde.

### 3. Resultados

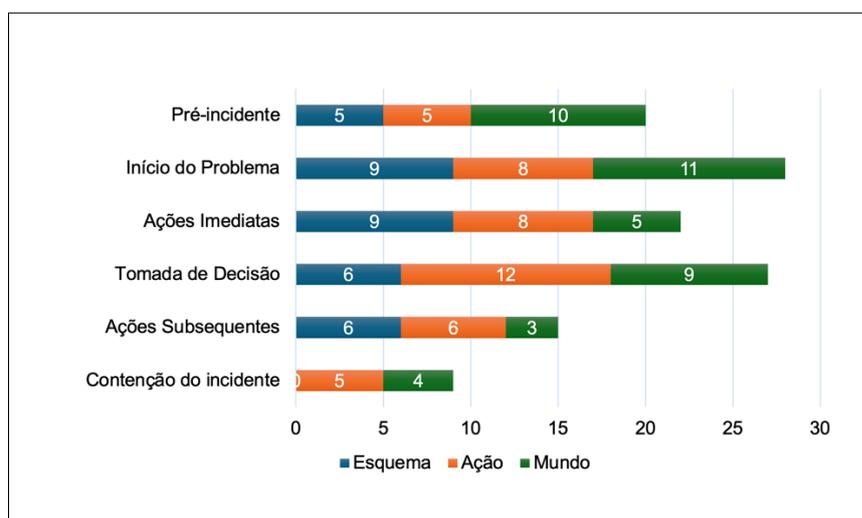
A população do estudo foi composta por pilotos de linha aérea, considerando os critérios definidos pela regulação brasileira da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) de acordo com o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica 61 (RBAC 61) – Licenças, habilitações e certificados para pilotos, de 21 de julho de 2013. Inicialmente 15 pilotos responderam positivamente ao convite para participar deste estudo, através da divulgação feita *online* em sítio eletrônico da ABRAPAC – Associação Brasileira de Pilotos da Aviação Civil e por busca ativa. Isto se deu devido às restrições impostas pela pandemia de COVID-19.

As entrevistas ocorreram no período de 05 de março a 14 de agosto de 2020, sendo que uma foi realizada de forma presencial e as demais o foram através de ligação telefônica pelo aplicativo *WhatsApp*, utilizando tanto ligações de áudio como vídeo chamadas, de acordo com a vontade do entrevistado. Destes, 10 pilotos reportaram ter passado por algum evento crítico em que o desfecho não estava previsto pelas regras. A partir dos relatos desses dez pilotos foi possível identificar e analisar 12 eventos que atendiam à pergunta básica da pesquisa.

Os participantes do estudo eram todos do sexo masculino, com idades entre 26 e 62 anos. A experiência como piloto variou entre 6 e 42 anos e a experiência como piloto de linha aérea, de um ano e seis meses a 25 anos de trabalho na atividade.

Os dados relatados nas entrevistas consideradas como eventos críticos, foram classificados de acordo com o tipo de situação: problemas mecânicos da aeronave (sete eventos); problemas de meteorologia (três eventos) e problemas relacionados a passageiros (dois eventos). As narrativas foram classificadas em 121 segmentos, utilizando a taxonomia *SWARM*, seguindo as fases: pré-incidente, considerada como início do problema; ações imediatas, tomada de decisão, ações subsequentes e contenção do incidente.

Os segmentos foram relacionados aos três elementos do ciclo perceptual: esquema (uso do conhecimento prévio, experiência e expectativa), mundo (informações potenciais ou efetivamente disponíveis, incluindo coisas físicas, condições e situações efetivas) e ação (como executar uma ação ou discutir ações potenciais que poderiam ser realizadas). A tabela 1 apresenta a proporção dos elementos identificados por fase e elementos do ciclo perceptual, dos 12 eventos críticos estudados. A figura 2 apresenta o número de eventos críticos relatados e classificados em segmentos, segundo a taxonomia *SWARM* e por elemento do ciclo perceptual.



**Figura 2** - Número de eventos críticos relatados e classificados em segmentos por fases de acordo com a Taxonomia *SWARM* e por elemento do ciclo perceptual.

Fonte: autoras.

Verificou-se uma predominância de segmentos nas fases de início do problema, de tomada de decisão e ações imediatas. Isto provavelmente ocorreu em função da natureza da estimulação das entrevistas que visou a descrição de eventos críticos, fases pré-incidentes, ações subsequentes e contenção do incidente. Essas fases citadas podem não estar diretamente ligadas ao incidente, mas sim ao que aconteceu antes e depois, e pode apresentar uma frequência menor de segmentos (Plant & Stanton, 2013).

A tabela 1 representa a distribuição por subtipos de acordo com cada elemento do ciclo perceptual. A categoria AÇÃO representou o maior número de segmentos, com 36,6%; os subtipos mais relatados representados pelas ações de decisão (14,05%), que estão relacionadas a uma resolução após considerar as informações disponíveis; e pilotar (7,44%), que é a manipulação direta da ação de voar de forma segura a aeronave, somando (21,48%).



A categoria MUNDO, correspondeu ao segundo lugar em número de segmentos, distribuídos por nove de seus 11 subtipos, mostrou a importância da interação com o ambiente para o processo de decisão.

A categoria ESQUEMA foi a que teve o menor número de segmentos, com 28,9%. Entretanto, os subtipos da categoria, como a experiência anterior direta (8,26%), que é representada pela experiência pessoal direta de eventos e situações semelhantes do passado, e modelo conhecido (8,26%), que incluiu afirmações relativas a um esquema descritivo de fatos geralmente relacionado a uma informação conhecida, disponível, somou mais da metade das respostas da categoria; e a experiência anterior treinada (2,48%), que compõe também o subtipo secundário da categoria esquema, foi pouco significativa e está relacionada à experiência dentro de uma situação específica de treinamento.

Segundo a tabela 1, não tiveram respostas: gerenciamento de sistemas (que se referem a tecnológica), monitoramento do ambiente (aspectos físicos), diagnósticos simultâneos (causa do problema), sem ação (ações relacionadas a falhas do equipamento ou do piloto) condições tecnológicas (aparência/ funcionamento) e informação ausente (devido a falhas no funcionamento).

Ciclo Perceptual	Taxonomia <i>SWARM</i>	Subtipos		Total por categoria	
		N	%	N	%
Esquema	Experiência anterior direta	10	8,26	35	28,9
	Experiência anterior treinada	3	2,48		
	Modelo conhecido	10	8,26		
	Experiência anterior vicária	3	2,48		
	Plano baseado em analogia	4	3,30		
	Plano insuficiente	5	4,13		
Ação	Pilotar	9	7,44	44	36,6
	Ação de decisão	17	14,05		
	Comunicar	2	1,65		
	Avaliação da situação	4	3,30		
	Gerenciamento dos sistemas	-	-		
	Sistemas de monitoramento	3	2,48		
	Monitoramento do ambiente	-	-		
	Diagnósticos simultâneos	-	-		
	Navegar	3	2,48		
	Sem ação	-	-		
	Procedimentos operacionais padrão	6	4,96		
Mundo	Condições ambientais naturais	5	4,13	42	34,7
	Localização	6	4,96		
	Indicações nos <i>displays</i>	8	6,61		
	Pistas físicas	3	2,48		
	Contexto operacional	4	3,30		
	Artefatos	6	4,96		
	Informação comunicada	3	2,48		
	Status da aeronave	5	4,13		

	Gravidade do problema	2	1,65		
	Condições tecnológicas	-	-		
	Informação ausente	-	-		
Total		121	100	121	100

**Tabela 1** - Distribuição dos segmentos classificados de acordo categorias do ciclo percentual e subtipos da taxonomia *SWARM*.

Fonte: autoras.

A taxonomia permitiu identificar de forma bastante detalhada os elementos envolvidos para a compreensão dos processos de decisão, não se limitando ao resultado da decisão, e, considerando que embora a ação de decisão e o pilotar sejam protagonistas, ela se baseia também em outros elementos. De forma significativa, a experiência anterior esteve presente nos relatos reforçando a importância da decisão naturalista.

Sobre a distribuição proporcional dos segmentos dentro do ciclo perceptual: verificamos que ocorreu uma distribuição equilibrada, confirmando que a cognição distribuída está dentro de um padrão organizado, mostrando a importância de se compreender o papel dos três elementos. Esses, de forma dinâmica, interagem no processo de decisão e a importância da abordagem ecológica. A partir destes resultados sugere-se que o modelo de processamento de informações é cíclico e que modelos de representação mental podem ser acionados por condições presentes no ambiente, pela percepção direta e, portanto, em interação com o mundo (Maurino, 2000).

#### 4. Discussão

Faz parte da prática operacional de um piloto conduzir o trabalho com o máximo de segurança. Para tanto, o trabalhador desenvolve estratégias que podem ser sensíveis ao fracasso: tenta se antecipar às possíveis formas e caminhos que as falhas percorrem, embora esteja apenas parcialmente consciente desses caminhos, devido às constantes mudanças no mundo real e nas trajetórias destes percursos. As estratégias usadas para lidar com esses caminhos potenciais podem ser inconsistentes ou equivocadas. Faz-se necessário atualizar e calibrar a nossa consciência com relação aos caminhos potenciais que podem levar a evitar as falhas (Woods, Dekker, Cook, Johannesen & Sarter, 2017).

A opção de estudar eventos críticos com resultados bem-sucedidos se deve ao fato de que, na prevenção e segurança do trabalho, normalmente as análises se baseiam em situações que tiveram um desfecho desfavorável, os erros de julgamento, em vez de tentar compreender as histórias de sucesso. A possibilidade de identificar no processo de análise do trabalho a sua dimensão estruturante, sua natureza viva e mutável, ajuda a compreender sua importância na produção da segurança do trabalhador. A realidade do trabalho regula todas as suas dimensões, assim como a ação social e coletiva que determina sua finalização (Tersac & Maggi, 2004).

Compreender o processo decisório através da análise da capacidade do indivíduo de responder às mudanças, estudando o conjunto de conhecimentos que envolvem os processos cognitivos e a experiência, não é inédito na aviação. Entretanto, os estudos já realizados envolveram eventos relacionados a incidentes ou acidentes, não contemplando eventos críticos com soluções bem-sucedidas.

A partir dos dados reunidos e analisados, identificamos que os pilotos tomam decisões com base em relações dinâmicas, a partir de experiências conhecidas e informações presentes



no ambiente, produzindo um movimento cíclico e ecológico, diferente da forma analítica, prescrita pela abordagem normativa proposta pelos treinamentos, na tomada de decisão aeronáutica. Segundo Klein, Calderwood, & MacGregor (1989) deve-se considerar a importância de compreender de forma dinâmica, como modelos de representação mental podem ser acionados por condições presentes no ambiente, pela percepção direta e, portanto, em interação com o mundo.

O conceito de cognição distribuída, de acordo com Hutchins (2000), busca entender como ocorre a organização dos sistemas cognitivos, particularmente destacando compreender dois princípios: os limites das unidades de análise e os mecanismos que participam dos processos cognitivos. A cognição distribuída não se restringe a processos neurológicos e engloba ao menos três tipos: os membros de um grupo social, os que contemplam as relações entre o material e o ambiental e ainda a perspectiva temporal dos produtos de eventos do passado, que podem levar a transformações ou reorganizações.

A aplicação da Análise Cognitiva da Tarefa, para a obtenção dos dados de especialistas em determinado assunto, possibilitou relatos detalhados que abordaram aspectos cognitivos significativos. Klein & Militello (2001) consideram que este método não se trata de uma mera sistematização de dados sobre o evento, mas sim de criar um conjunto de perguntas que levam à compreensão do que foi considerado durante o julgamento e a tomada de decisão.

A finalidade da análise cognitiva da tarefa não é estabelecer ou identificar uma prescrição de como as pessoas deveriam pensar, como em uma teoria normativa em que os modelos são construídos em axiomas que as pessoas devem considerar, e sim, compreender o que as pessoas realmente fazem e se elas têm conhecimento de que fazem desta forma. Isto é diferente de analisar o que deveriam fazer, ou por que não fizeram de uma forma prescrita. A análise cognitiva da tarefa, da forma como foi utilizada nas entrevistas, é uma metodologia que se presta a abordar de forma confiável e validada, atividades no contexto de tarefas do mundo real, e não sendo uma ferramenta de uso exclusivo para especialistas na área de cognição. Isto amplia as possibilidades de sua utilização, tendo sido testada a sua aplicação por leigos e considerada um método fácil de usar, com resultados claros, trazendo conhecimentos úteis (Plant & Stanton, 2013).

A Análise Cognitiva da Tarefa não é uma análise tradicional, que resulta em uma descrição de comportamentos, mas sim uma descrição precisa de como um especialista desempenha sua atividade e vai além da descrição da execução das tarefas. Esta análise possibilitou que a obtenção dos dados fosse direcionada aos objetivos da pesquisa. Consideramos, portanto, que o método da análise cognitiva da tarefa aplicado para obtenção dos dados atingiu o seu objetivo, ao evidenciar as habilidades cognitivas nos processos que envolveram as decisões e o julgamento nos eventos críticos.

Não há uma maneira prescrita de compreender como as pessoas pensam ou deveriam pensar. Conhecer melhor a atividade no contexto naturalista pode se tornar uma tarefa difícil de ser mensurada. A aplicação de uma taxonomia, embora seja questionável na utilização desse tipo de análise, ajuda na compreensão explícita no conjunto das informações. Optou-se por usar a taxonomia *SWARM* para analisar os dados obtidos, que além de compreender os aspectos cognitivos, foi elaborada especificamente para a atividade de pilotos de aeronaves. Devemos considerar também que a utilização de uma taxonomia, e neste caso uma taxonomia específica, facilita a análise de dados, estabelecendo uma terminologia própria que pode auxiliar a padronização de futuros estudos.

Importante notar que a forma de conduzir a entrevista em quatro etapas, conforme mencionado anteriormente, diagrama da tarefa, auditoria do conhecimento, ponto crítico e conhecimento do participante foram decisivos para a análise cognitiva da tarefa. A incorporação

dos conhecimentos dos participantes foi um aspecto facilitador para a obtenção dos dados, posteriormente utilizados na taxonomia *SWARM*, e proporcionaram identificação dos segmentos de forma mais precisa. Há que ressaltar que a taxonomia *SWARM* possibilitou uma compreensão dinâmica do processo de decisão, utilizando codificação para os dados qualitativos, a partir de uma análise temática.

A gestão da segurança na aviação é baseada em premissas prescritivas e normativas, indicando como o sistema deve funcionar para que tudo fique bem. Os processos de decisão aeronáutica seguem a mesma lógica: como as pessoas deveriam agir para tomar decisões, mas, os cenários onde as decisões são idealizadas pelos órgãos reguladores e pelos gestores podem muitas ser muito diferentes daqueles presentes na cabine de uma aeronave.

Ao examinar a relação entre os processos de tomada de decisão e os treinamentos recebidos, identificou-se que os treinamentos não foram considerados como um elemento facilitador no processo de tomada de decisão. Os pilotos são treinados para tomar decisões considerando somente as situações operacionais, porém na prática da atividade têm que tomar decisões relacionadas também à gestão do voo.

Podemos afirmar que os processos de decisão relatados nos eventos críticos estudados seguiram o modelo de decisão naturalista, não prescritivo, e que os processos de treinamento de decisão formalmente usados de acordo com o modelo da regulação brasileira, que seguem normatizações internacionais. Eles propõem para a prática da tomada de decisão aeronáutica os métodos tradicionais e prescritivos, reforçados por um treinamento repetitivo com base em condicionamento que não levam necessariamente, a um conhecimento maior da atividade, limitando a possibilidade de aperfeiçoamento das decisões.

A experiência também foi um fator considerado relevante quando utilizada a taxonomia *SWARM*, na classificação dos segmentos na categoria Esquema, relacionada às fases de ações imediatas e tomada de decisão. A experiência é uma facilitadora dos processos de tomada de decisão e não necessita estar necessariamente ligada ao tempo de atividade ou a uma vivência pessoal, o conhecimento pode aumentar de forma considerável a capacidade de resolver problemas e, portanto, ser um elemento a ser considerado principalmente na compreensão do que está acontecendo. Portanto, o treinar de forma a repetir o que já é conhecido não é suficiente para desenvolver o conhecimento, é possível que um novato desenvolva boas estratégias para resolver problemas se tiver um conhecimento delas. O que diferencia a estratégia usada pelo perito ou experiente é a organização do conhecimento, podendo possibilitar uma resposta mais rápida a uma determinada situação. Quando a estratégia utilizada é comunicada, pode resultar em uma melhoria na resolução de problemas (Sternberg, 2008).

Daniellou, Simard & Boissières (2013) consideram que a segurança se baseia em dois pilares: a segurança normatizada, que define antecipadamente os cenários antecipáveis e a segurança em ação, que se baseia nas competências dos operadores e em sua adaptação. Ao analisar os relatos dos pilotos, identificamos a importância de se compreender como o reconhecimento dos processos de decisão intuitiva podem enriquecer as possibilidades de aprendizagem e decisão, aumentar a chance de melhorar a segurança e levar em consideração que não temos controle de todos os processos.

Gigerenzer (2008) avalia a intuição como um importante instrumento no processo de tomada de decisão, em função dos aspectos adaptativos, e como uma construção flexível desenvolvida de acordo com o ambiente em que vivemos, e do conhecimento que armazenamos. Basicamente, a intuição surge muito depressa em nossa mente consciente. As razões fundamentais não estão plenamente acessíveis a essa mente consciente, mas são suficientemente fortes para motivar uma ação (Streck, 2014).



A segurança na aviação do séc. XXI vem sendo repensada. A racionalidade da tecnologia parece ter dominado os sistemas de prevenção e existe uma preocupação em transformar as questões de segurança em uma responsabilidade burocrática. A vigilância sobre os sistemas de prevenção que pressupõem monitoramento constante, sistemas de contagem de erros e sistemas de gravação, parecem ser um retrocesso que segue na direção da judicialização das questões de erro (Dekker, 2014).

O conceito de *Safety-I*, descrito por Hollnagel (2018, p. 49) como “uma condição em que o número de resultados adversos (acidentes, incidentes e quase acidentes) é o menor possível”, pode ter um custo moral e ético. Implica em um controle centralizado determinado por procedimentos sobre o que é seguro e encontrando e eliminando os erros ou criando barreiras para evitar a sua propagação. Cria um paralelo com processos prescritivos de decisão, em que as métricas determinam as melhores alternativas, como num jogo de probabilidades.

Em contrapartida ao conceito de *Safety-I*, o próprio Hollnagel (2018), considera que podemos olhar para a segurança como uma capacidade de ter sucesso em condições variadas, voltando-se para uma compreensão do porquê as coisas dão certo, tentando compreender as atividades cotidianas. Este autor chama esta nova concepção de *Safety-II*, assumindo que as coisas funcionam porque as pessoas são capazes de identificar falhas e ajustar o seu desempenho.

Voltamos aqui ao conceito de variabilidade, que pressupõe a capacidade de identificar falhas e corrigi-las. Dekker (2014) propõe uma forma diferente de pensar a segurança (*Safety Differently*). Esse autor vê as pessoas como fonte de confiança e diversidade, capazes de criar a segurança no trabalho. Podemos considerar que os processos de decisão não prescritivos, ou seja, naturalistas, quando mais bem compreendidos, são um fator que agrega a segurança, e não um fator de insegurança ou de imprevisto.

## 5. Considerações Finais

A atividade aérea se desenvolve em um sistema complexo e produz poucos eventos catastróficos, o que não significa que seja necessariamente uma atividade segura. A segurança na aviação é hoje compreendida como um processo de gestão, uma questão de garantia da qualidade. E, independente de avaliarmos a efetividade desses processos, com frequência ocorrem distantes das pessoas que executam a atividade e de como elas reagem dentro do sistema.

Há muito se busca valorizar o saber do trabalhador, e, compreender, como ele contribui cotidianamente para a construção da segurança, fazendo os ajustes necessários para que o trabalho seja concluído a bom termo. Deve-se analisar situações de decisão para as quais os pilotos não foram treinados, ou não estão prescritas pelas regras. É necessário compreender quais os impactos que a prescrição da atividade tem nestas situações, de que forma são tomadas as decisões, e como isso se reflete na segurança produzida pelo piloto no seu cotidiano de trabalho. Este estudo permitiu verificar que a compreensão dos processos de decisão naturalista em situações não prescritas pelas regras, é um fator preditivo para a segurança de voo, considerando o protagonismo de quem faz o trabalho e sua capacidade de construir a segurança usando o seu conhecimento, sua experiência e agregando novas formas de agir.

A taxonomia utilizada permitiu identificar de forma detalhada os elementos envolvidos para a compreensão dos processos de decisão, não se limitando ao resultado da decisão. Considerando que embora a ação de decisão e o pilotar sejam protagonistas, a primeira se baseia também em outros elementos. De forma significativa, a experiência anterior esteve presente nos relatos reforçando a importância da decisão naturalista.

O presente estudo mostrou a compreensão dos mecanismos envolvidos em situações nas quais os pilotos têm que lidar com a variabilidade e que resultaram em processos de decisão naturalista, reconhecendo que a experiência é relevante na forma de organizar o conhecimento, levando à obtenção de soluções adequadas. A experiência do piloto foi um importante determinante nos processos de tomada de decisão analisados, identificando a importância da decisão naturalista.

Durante toda nossa vida incorporamos informações, seja de uma maneira formal, ou da necessidade imposta pelo ambiente, pela necessidade de sobreviver. Isto dá um novo significado à compreensão, que pode ser compartilhada, tornando-se um elemento agregador na prevenção de acidentes aeronáuticos e reconhecendo a importância das pessoas acima dos processos.

## REFERÊNCIAS

- Brasil. (2012, dezembro 5). *RBAC n.º 61. Licenças, habilitações e certificados para pilotos* (Agência Nacional de Aviação Civil)
- Crandall, B., Klein, G. A., & Hoffman, R. R. (2006). *Working Minds*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/7304.001.0001>
- Daniellou, F., Simard, M., & Boissières, I. (2013). Fatores humanos e organizacionais da segurança industrial: um estado da arte. Acesso: <https://hal.science/hal-00980776>
- Dekker, S. (2014). *Safety differently: Human Factors for a New Era, Second Edition*. CRC Press.
- Dekker, S. (2019). *Foundations of safety science: A Century of Understanding Accidents and Disasters*. Routledge.
- Fajer, M. (2022). *No momento em que a melhor decisão não faz parte das regras, pergunta-se: como a segurança na aviação é construída a partir da experiência do piloto?* Tese de doutorado. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.6.2022.tde-10032022-181415. Acesso: 23-01-2025, [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)
- Gigerenzer, G. (2008). Why heuristics work. *Perspectives on Psychological Science*, 3(1), 20–29. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2008.00058.x>
- Hollnagel, E. (2018). *Safety-I and Safety-II: The Past and Future of Safety Management*. CRC Press.
- Hutchins, E. (2000). Distributed cognition. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences. Elsevier Science*, 138, 1-10
- Kahneman, D. (2012). *Rápido e devagar: Duas formas de pensar*. Objetiva.
- Klein, G. (2008). Naturalistic decision making. *Human Factors the Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50(3), 456–460. <https://doi.org/10.1518/001872008x288385>
- Klein, G., & Armstrong, A. A. (2004). Critical decision method. In *Handbook of human factors and ergonomics methods* (pp. 373-382). CRC Press.



- Klein, G., Calderwood, R., & MacGregor, D. (1989). Critical decision method for eliciting knowledge. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics*, 19(3), 462–472. <https://doi.org/10.1109/21.31053>
- Klein, G., & Militello, L. (2001). Some guidelines for conducting a cognitive task analysis. In *Advances in human performance and cognitive engineering research* (pp. 163-199). Emerald Group Publishing Limited.
- Martinussen, M., & Hunter, D. R. (2017). *Aviation Psychology and Human Factors*. CRC Press.
- Maurino, D. E. (2000). Human factors and aviation safety: what the industry has, what the industry needs. *Ergonomics*, 43(7), 952–959. <https://doi.org/10.1080/001401300409134>
- Militello, L. G., & Hutton, R. J. (1998). Applied cognitive task analysis (ACTA): a practitioner's toolkit for understanding cognitive task demands. *Ergonomics*, 41(11), 1618–1641. <https://doi.org/10.1080/001401398186108>
- O'Hare, D. (2003). Aeronautical decision making: metaphors, models, and methods. In *Principles and practice of aviation psychology* (pp. 201–238). Lawrence Erlbaum Associates.
- Orasanu, J., & Martin, L. (1998, April). Errors in aviation decision making: A factor in accidents and incidents. In *Proceedings of the workshop on human error, safety, and systems development* (pp. 100-107).
- Perrow, C. (2011). *Normal Accidents: Living with High Risk Technologies - Updated Edition*. Acesso: [https://openlibrary.org/books/OL29584285M/Normal\\_Accidents](https://openlibrary.org/books/OL29584285M/Normal_Accidents)
- Plant, K. L., & Stanton, N. A. (2013). What is on your mind? Using the perceptual cycle model and critical decision method to understand the decision-making process in the cockpit. *Ergonomics*, 56(8), 1232–1250. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.809480>
- Rasmussen, J. (1985). The role of hierarchical knowledge representation in decision making and system management. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics*, SMC-15(2), 234–243. <https://doi.org/10.1109/tsmc.1985.6313353>
- Strauch, B. (2016). Decision errors and accidents. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 10(3), 281–290. <https://doi.org/10.1177/1555343416654629>
- Sternberg, R. J., Roberto Cataldo Costa, & Vitor Geraldi Haase. (2008). *Psicologia cognitiva*. Porto Alegre Artmed.
- Streck, D. R. (2014). Racionalidade ecológica e formação de cidadania: entrevista com Gerd Gigerenzer. *Educação E Pesquisa*, 40(3), 829–843. <https://doi.org/10.1590/s1517-97022014400300201>
- Tersac, G. D., & Maggi, B. (2004). O trabalho e a abordagem ergonômica. *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos*. São Paulo: Edgard Blücher, 79-104.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211(4481), 453–458. <https://doi.org/10.1126/science.7455683>

Woods, D., Dekker, S., Cook, R., Johannesen, L., & Sarter, N. (2017). *Behind human error*. CRC Press.

**Recebido:** 06/02/2025

**Aprovado:** 04/08/2025

**Editor-Executivo:**

Rodrigo Arcuri