

Impacto financeiro da implantação de simulador de voo na instrução aérea do 1º/11º GAv

Alexandre Martins e Bruno Ferreira Oliveira

Universidade da Força Aérea (UNIFA) EAOAR – Av. Marechal Fontenele, 1200 – Campo dos Afonsos, Rio de Janeiro / RJ – CEP: 21.740-001.

Resumo — Este trabalho teve como objetivo estudar o impacto financeiro na instrução aérea do Curso de Especialização Operacional em Asas Rotativas considerando a implantação de um simulador de voo no 1º/11º GAv. Para tanto, foram levantadas considerações sobre fidelidade do simulador, sua classificação, efetividade de um simulador, e sobre as maneiras de quantificar a transferência de treinamento. Da análise gráfica dos dados financeiros em função do número de alunos formados sob dois cenários possíveis obteve-se por resultado a existência de um balanceamento de custos capaz de tornar o investimento viável. No caso concreto, na perspectiva de maior economia, existe retorno do investimento após a formação de 38 alunos, e no caso de menor economia após a formação de 174 alunos.

Palavras-Chave — Simulador. Instrução aérea. Custos.

I. INTRODUÇÃO

O início da aviação trouxe consigo desafios complexos que resultaram em altos custos para o desenvolvimento desta atividade, tanto em termos tecnológicos quanto em perda de vidas. Para contornar alguns destes desafios, os administradores desta nova atividade já enxergavam nos simuladores de voo uma ferramenta importante a ser desenvolvida e utilizada, como pode ser verificado em um trecho da revista *Flight*, de dezembro de 1910 [1], que discorre sobre o simulador *Sanders Teacher*: “O invento de um dispositivo que propicie ao novato obter uma clara concepção dos trabalhos dos controles de uma aeronave e dos efeitos da condição atmosférica, sem causar risco a si próprio ou a outra pessoa, há de ser, sem dúvidas, bem vindo. Vários já foram construídos para este fim, e o *Sanders Teacher* é o último a ingressar neste campo.”

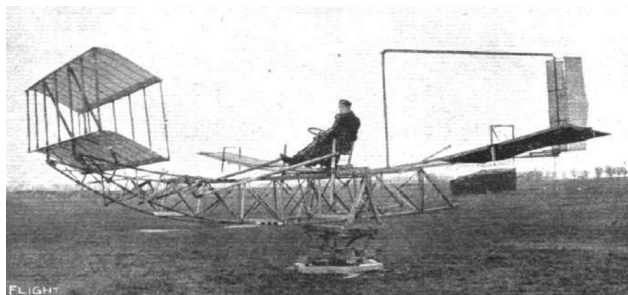


Fig. 1. Simulador “Sanders Teacher” [1].

Desde então, os simuladores foram aperfeiçoados significativamente e têm sido utilizados na instrução aérea, na prevenção de acidentes, através do treinamento de procedimentos de emergência, e até no desenvolvimento de doutrinas de emprego em combate.

MARTINS, Alexandre, alexandream@ipev.aer.mil.br, OLIVEIRA, Bruno Ferreira, brunobfo@eaoar.aer.mil.br, Tel +55-21-21572846, Fax +55-21-21088969

Na Força Aérea Brasileira (FAB), o treinamento em simuladores tem aumentado, bem como a diversidade de aeronaves utilizadas, e a execução da instrução tem ocorrido em simulador próprio ou através da contratação de serviços de terceiros.

O Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Comando da Aeronáutica [2], e o prefácio da Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 12-6, Gerenciamento do Treinamento em Simulador de Voo no Brasil e no Exterior [3], são os principais documentos que tratam do assunto de simulação de voo e têm foco exclusivo na segurança de voo.

Apesar do foco apresentado nestes documentos, não devemos permanecer exclusivamente sob esta ótica, pois se desprezarmos os possíveis benefícios financeiros devido à utilização deste equipamento, poderíamos concluir que o simulador é apenas um custo (preço do equipamento) visando evitar outro maior (perda de aeronave ou de vida).

Os benefícios do simulador na prevenção de acidentes não podem ser negligenciados, o que por si só já justificaria a aquisição deste tipo de equipamento. No entanto, para autoridades que não conhecem bem a aviação, aspectos como economia de recursos financeiros podem se tornar fatores decisivos quando em debate sobre o assunto.

Várias Unidades Aéreas ainda não dispõem de simulador de voo, como é o caso do 1º/11º Grupo de Aviação (1º/11º GAv), responsável pela especialização operacional em asas rotativas.

Considerando que as mudanças nos custos de instrução aérea acarretadas pela implantação desta ferramenta podem ser significativas, determiná-lo serve de importante assessoria ao administrador e poderia ser decisivo na aquisição deste equipamento para o 1º/11º GAv.

Ante o objetivo geral de avaliar o impacto financeiro na instrução aérea do Curso de Especialização Operacional em Asas Rotativas (CEOAR) com a eventual implantação de um simulador de voo no 1º/11º GAv, formulou-se o seguinte problema: qual o impacto financeiro na instrução aérea do CEOAR considerando a implantação de um simulador de H-50 no 1º/11º GAv?

O resultado final desta pesquisa se mostra de extrema relevância, pois levando em consideração os frequentes cortes no orçamento que têm sido executados pelo Governo Brasileiro, os simuladores podem ser empregados para evitar a perda de operacionalidade não obstante o corte de horas de voo, e o conhecimento prévio do impacto financeiro ajudará em uma possível implantação deste equipamento no 1º/11º GAv.

II. METODOLOGIA

Antes de se implantar um novo processo na instrução dos pilotos do 1º/11º GAv devido à introdução de um simulador de voo, é fundamental prever as consequências desta escolha.

Visando obter maior familiaridade com os problemas de ordem financeira, faz-se necessário conhecer a relação entre a implantação deste novo processo e seu resultado no orçamento. A pesquisa, de natureza descritiva [4], foi desenvolvida sobre bases documentais, bibliográficas e de levantamento [5].

Os dados sobre simulação de voo e a efetividade da utilização deste equipamento na instrução aérea foram obtidos em livros e artigos científicos. Junto ao Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) do 1º/11º GAv [6] foi obtida a carga horária em voo necessária para a formação do piloto. Também foi levantado junto à empresa fabricante do H-50 (designação dada pela FAB ao helicóptero AS350) o preço da aeronave e junto à FAB o custo para operação da mesma.

Quanto aos artigos que tratam de simulação de voo, foram selecionados para servir de base de dados os que tratavam de Transferência de Treinamento [7] (*Transfer of Training - TOT*, termo utilizado para indicar a efetividade do treinamento em simulador), onde se buscou saber o quanto de treinamento em simulador é efetivo de maneira a economizar horas de voo. Dentre os artigos que tratam de TOT, foram selecionados os trabalhos cuja população e amostra se referiam a instrução e asas rotativas por serem mais representativos da situação do 1º/11º GAv. Outrossim, foram também selecionados artigos que tratavam de custos para aquisição, operação e manutenção de simuladores, de maneira a obter os dados referente aos diferentes custos associados à simulação de voo. Foram utilizados, no total, nove artigos sobre simulação de voo.

De posse dos dados brutos de TOT, carga horária de voo para a instrução e de custos de hora de voo e de simulador, os dados foram consolidados para, então, serem tratados conforme a Teoria da Firma, de R. H. Coase [8], em função do rendimento (economia devido a utilização do simulador) e do custo (preço de aquisição do equipamento), conforme as fórmulas abaixo:

- a) para calcular o rendimento foi utilizada a fórmula $RM = RT/q$, onde RM é o rendimento médio, RT o rendimento total e q a quantidade produzida.
- b) Para calcular o custo foi utilizada a fórmula $C = CM/q$, onde C é o custo total (preço de aquisição do simulador) e CM o custo médio.

Os dados tratados foram apresentados em dois gráficos, sendo um o que representa a situação mais econômica e o outro a situação menos econômica. Neles foi possível estudar a evolução do impacto financeiro em função da quantidade de alunos formados em simulador, sendo possível observar qual o ponto a partir do qual a aquisição de um simulador de voo torna o investimento viável do ponto de vista econômico.

III. O SIMULADOR DE VOO E A TRANSFERÊNCIA DE TREINAMENTO

O Glossário do Comando da Aeronáutica – MCA 10-4 [9] define o simulador desta maneira: “Equipamento que reproduz com a fidelidade possível o meio ambiente da cabina de pilotagem de um determinado tipo de aeronave e que simula as funções dos comandos, dos sistemas mecânicos, elétricos, eletrônicos e outros de bordo, bem como a performance e as características de vôo desse tipo de aeronave, em situações normais e de emergência.”

Esta definição, no entanto, não é suficiente para classificar a diversidade de tipos de dispositivos utilizados para treinamento. Todavia, na legislação civil (que faz referência a legislação civil americana) encontram-se definições que caracterizam este tipo de equipamento: “Treinadores de Voo (*Flight Training Device – FTD*) podem representar uma aeronave genérica ou ser específico para obtenção de habilitação de tipo, e é classificado de 4 a 7, sendo este último o mais avançado. Os níveis 6 e 7 devem ser específicos e os dados de desempenho devem ser baseados em testes de voo. O nível 7 é utilizado especificamente para helicópteros e deve possuir sistema visual com pelo menos 146º de abertura. Em nenhum deles é necessário movimento da plataforma.”



Fig. 2. FTD nível 7 da aeronave EC135 (www.bravio.com.br)

“Simuladores de Voo (*Full Flight Simulator – FFS*): mais complexos que os treinadores, são réplicas da aeronave e são classificados de “A” a “D”, sendo este último o mais avançado. Os simuladores “A” e “B” devem possuir movimento da plataforma em três eixos e os “C” e “D” em seis eixos.”



Fig. 3. Simulador classe “D” da aeronave S76 (www.bravio.com.br)



Fig. 4. Simulador classe “D” da aeronave S76 (www.bravio.com.br)

Para efeito deste artigo, tanto os treinadores de nível 6 e 7 como os simuladores de classe “A” a “D” serão denominados simuladores de voo por representarem uma aeronave específica.

A efetividade de um simulador de voo está diretamente ligada à possibilidade de transferir para a aeronave, se não a totalidade, pelo menos uma parte do que se aprendeu no simulador. Visando quantificar a efetividade, várias são as fórmulas matemáticas que procuram mensurar a transferência de treinamento. Abaixo, estão apresentadas as mais relevantes para o entendimento do trabalho [10].

Transferência de Treinamento - *Transfer of training* (TOT):

$$TOT = \frac{T_c - T_e}{T_c} * 100 \quad (1)$$

Onde “T_c” é o tempo de voo na aeronave utilizado pelo grupo que **não** utilizou o simulador de voo e “T_e” é o tempo de voo na aeronave utilizado pelo grupo que utilizou o simulador. Esta fórmula expressa em porcentagem quanto do treinamento foi transferido, porém, é independente do número de horas treinadas em simulador.

Razão de efetividade de treinamento - *Transfer effectiveness ratio* (TER):

$$TER = \frac{T_c - T_e}{X_e} \quad (2)$$

Onde “T_c” e “T_e” possuem as mesmas definições citadas anteriormente e “X_e” é o tempo utilizado em simulador de voo. O resultado mostra quanto o tempo gasto em simulador representa em tempo de voo real. Por exemplo, TER = 1 mostra que uma hora de simulador representa 1 hora de voo

na aeronave, TER = 0,5 mostra que uma hora de simulador representa trinta minutos de voo na aeronave, e TER = 1,5 mostra uma hora de simulador representa uma hora e trinta minutos na aeronave.

Razão de efetividade de treinamento incremental - *Incremental transfer effectiveness ratio* (ITER):

$$ITER = \frac{T_{e1} - T_{e2}}{\Delta S} \quad (3)$$

Onde “T_{e1}” é o tempo utilizado em voo para atingir um determinado desempenho considerando um grupo que realizou treinamento em simulador. “T_{e2}” é o tempo utilizado em voo por um grupo que realizou mais treinamento em simulador que o citado anteriormente para atingir o mesmo desempenho. “ΔS” é a diferença de tempo em treinamento simulado realizado pelos dois grupos. Nesta equação, resultados negativos significam que o aumento do treinamento em simulador passou a piorar o desempenho.

IV. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Dada a classificação de simuladores apresentadas anteriormente, faz-se necessário determinar a partir de qual nível de fidelidade (refere-se ao quanto o simulador representa a aeronave) o simulador seria útil para o treinamento no 1º/11º GAv.

Como seriam treinados procedimentos específicos da aeronave, um simulador de aeronave genérica não seria adequado, portanto, eliminamos os simuladores menos fiéis que os de nível FTD 6.

McDaniel, Scott e Browning [11] estudaram como o movimento da plataforma influencia na transferência de treinamento. Para tanto, utilizaram 26 pilotos divididos em dois grupos entre recém formados e em formação, e o treinamento ocorreu no simulador do helicóptero SH-3 Sea King. Ao encerrar o estudo, os pesquisadores concluíram que não houve diferença significativa no aprendizado entre os dois grupos, ou seja, possuir ou não movimento da plataforma não torna o simulador mais eficiente. Desta maneira, o FTD 6 produziria os mesmos resultados que simuladores mais fiéis, como o FTD 7, e FFS de “A” a “D”.

Holman e Bynum [12] buscaram determinar a efetividade de transferência de treinamento do simulador do helicóptero CH-47. O estudo utilizou 59 pilotos em transição para a aeronave, sendo que 24 pilotos realizaram treinamento em simulador e 35 pilotos realizaram treinamento apenas na aeronave. O simulador possuía movimento da plataforma, porém seu campo de vista era restrito.

Neste estudo, foram realizados exercícios característicos de todas as fases de voo do helicóptero, como decolagem vertical, pairado, taxi, área restrita, voo em cruzeiro, curvas niveladas, treinamento de emergências, carga externa, entre 32 manobras no total.

A média de todos os pilotos em todas as manobras foi TER = 0,7, e os autores comentam que os piores desempenhos foram obtidos em voos a baixa velocidade (próximo do pairado), o que gerou recomendações para ampliar o campo de visão e prover um sistema adequado para

gerar imagens na bolha (vigia que se localiza sob os pés dos pilotos) do helicóptero.

Dada a recomendação acima, o FTD 6 não será mais considerado como requisito mínimo, pois possui campo de visão restrito, o que prejudica a transferência de treinamento nas manobras mais características do voo de helicópteros.

Este estudo foi importante para verificar que o requisito mínimo de simulador para o 1º/11º GAv corresponde ao FTD 7. O resultado de TER = 0,7 deve ser visto com cautela, pois os pilotos estavam em transição para a aeronave, portanto, já possuíam alguma experiência em asas rotativas, o que facilitaria a absorção de conhecimentos através da utilização de simuladores.

Corroborando com a necessidade de qualidade das imagens, Stewart demonstrou em seus estudos que, de um sistema de imagens pobre para um mais rico e atual, a média da TER subiu de 0,41 para 0,55. Para seus estudos, o autor utilizou pilotos alunos (sem experiência) e um simulador do helicóptero UH-1. Foram realizadas 8 manobras, incluindo manobras de baixa velocidade (como o pairado) e de cruzeiro.

Rantanen [13], em seu artigo, analisa outros 19 estudos, incluindo aeronaves de asa fixa e asas rotativas, e verifica que, na média, é possível economizar 43% do tempo que seria gasto em voo através do treinamento em simulador. Ele também ressalta que o simulador somente economiza horas de voo quando é utilizado para treinar novidades, não sendo significativo em manobras que o aluno tenha já atingido determinada proficiência anteriormente. O autor também ressaltou que o treinamento de voo visual e de voo por instrumento possuem o mesmo grau de aproveitamento.

Mayer [14] estuda o custo-benefício da utilização de simuladores em algumas aeronaves entre elas o AH-1 Cobra. Foram utilizados 14 pilotos com média de 517 horas de helicóptero para o grupo que não treinou em simulador e 26 pilotos com média de 546 horas de helicóptero que treinaram em simulador. Foram executadas 44 tarefas, incluindo manobras em baixa velocidade, em cruzeiro e até lançamento de foguetes. O autor conclui que do programa de 44 tarefas é possível economizar entre 50% e 70% das horas de voo, pois no ponto ótimo de utilização de simulador cada 4 minutos de tempo de voo na aeronave foram substituídos por 4 ou 5 minutos de simulador (ITER = 0 entre 50% e 70%).

Orlansky e String [15] buscaram determinar o custo benefício da utilização de simuladores para o treinamento militar, incluindo treinadores de voo e de manutenção. Especificamente sobre simulação de voo, o valor de TER foi de 0,49 envolvendo estudos em avião e em helicópteros. Neste trabalho, os autores apresentam um estudo sobre os custos envolvendo a utilização de simuladores de voo e determinam que o custo de aquisição varia entre 30% e 65% do preço da aeronave, o custo de operação (energia elétrica, entre outros necessários ao bom funcionamento) é de 10% do custo de operação da aeronave, e o custo do ciclo de vida (envolve salários, treinamento, manutenção, aquisição de peças...) corresponde a 65% do custo para manter o ciclo de vida da aeronave.

Orlansky e Fletcher [16] buscaram conhecer o custo benefício da utilização de vários tipos de simuladores, incluindo simuladores de carros de combate, de submarino, de voo e de manutenção de aeronave, compilando o resultado de 22 estudos. Especificamente sobre simuladores de voo, os

autores concluíram que as horas de voo poderiam ser reduzidas em até 60%.

Wightman [17] verificou a influência da utilização de simulador em pilotos alunos de helicóptero do exército americano. Foram treinadas em simulador de UH-1 um total de 8 manobras representativas de várias fases do voo, incluído decolagem, pouso, pairado, giros no pairado, taxi, tráfego, aproximação e autorrotação (Treinamento de simulação de falha do motor em voo pairado) no voo pairado. Neste estudo, a média do TER foi de 0,49.

Allerton e Ross [18] verificaram em pilotos alunos civis de asa fixa (Cesna 172) a variação de ITER de maneira a verificar o ponto ótimo de utilização de simulador de voo. A conclusão foi que ITER = -0,05 (aproximadamente zero) quando as horas de voo na aeronave foram reduzidas em 45% do programa original, e TER = 0,6, ou seja, o número de horas de voo seriam substituídas pelo mesmo número de horas de simulador acrescidas de mais 40%.

Do que foi apresentado até agora sobre transferência de treinamento e economia de horas de voo de um programa de treinamento, resumimos conforme o seguinte quadro:

Autor	TER	Economia de horas no programa de instrução	Tipo de Aeronave
Holman e Bynum	0,7	-	CH-47 (helicóptero)
Stewart	0,55	-	UH-1 (helicóptero)
Rantanen	-	43%	avião e helicóptero
Mayer	-	50% a 70%	AH-1 (helicóptero)
Orlansky e String	0,49	-	avião e helicóptero
Orlansky e Fletcher	-	60%	avião e helicóptero
Wightman,	0,49	-	UH-1 (helicóptero)
Allerton	0,6	45%	Cesna 172 (avião)

Fig. 5. Quadro resumo de eficiência de simulador.

Dada a dispersão dos dados de TER e de economia de horas no programa de instrução apresentados acima, os dados serão tratados pela Teoria da Firma para dois casos: um considerando a maior efetividade do simulador, caso que proporciona a maior economia, e outro considerando uma menor efetividade desta ferramenta de treinamento (menor economia).

Como o PIMO do 1º/11º GAv prevê uma meta de 100 horas de voo por estagiário, temos que, no caso de menor economia, uma redução de 43% com TER igual 0,49 modificaria o programa original reduzindo-o para 57 horas de voo acrescido de 84,28 horas de simulador. No caso de maior economia, uma redução de 70% com TER igual a 0,7 modificaria o programa original para 30 horas de voo acrescido de 100,1 horas de simulador.

Orlansky e String [15] determinaram em seus estudos que o preço de aquisição de um simulador varia entre 30% e 65% do preço da aeronave. Tendo em vista a depreciação sofrida pelas aeronaves H-50 da FAB devido ao tempo de utilização, o preço do simulador foi calculado com base em uma aeronave nova, que atualmente é de 2,5 milhões de dólares. Com isto, o preço de um simulador ficaria entre 1.625.000 e 750.000 dólares.

Os pesquisadores acima ainda determinaram que o custo de operação é de 10% do custo de operação da aeronave e o custo do ciclo de vida é de 65% em relação ao custo de ciclo de vida da aeronave. Segundo a Assessoria de Planejamento

da Divisão Técnica do Parque de Material do Afonsos, o custo de hora de voo de H-50 da FAB é de 480 dólares, sendo que 324 dólares correspondem à operação da aeronave (combustíveis e lubrificantes) e 156 dólares ao custo do ciclo de vida (manutenção, entre outros). O custo de operação do simulador é de 32,40 dólares e o custo de ciclo de vida é de 101,40 dólares.

Consolidando todos os dados, o Rendimento Médio (economia por aluno durante o curso) foi de 9.363,33 dólares para o caso de menor economia e de 20.206,62 dólares para o de maior economia.

No gráfico abaixo é possível verificar a evolução do custo de aquisição de um simulador em função do número de alunos formados para o caso onde a economia seria a mínima, pois foram utilizados os dados menos expressivos de TER e de economia de horas no programa de instrução.

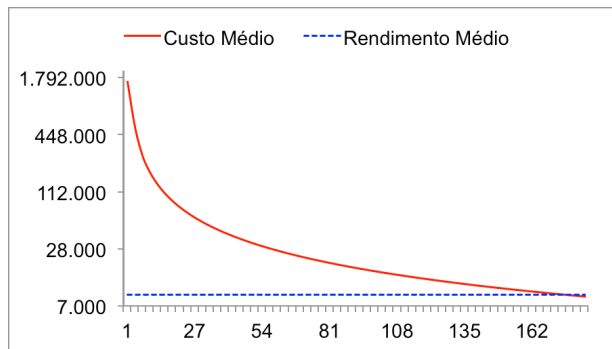


Fig. 6. Gráfico da evolução financeira para o caso de menor economia (eixo vertical em escala logarítmica).

Analisando os dados trabalhados conforme a Teoria da Firma, verificou-se que o ponto em que o Rendimento Médio supera o Custo Médio corresponde a formação de 174 alunos. Considerando a formação de 30 alunos por ano, os custos seriam balanceados após 5,8 anos de utilização deste equipamento.

Para o caso de maior economia, a evolução financeira está apresentada no seguinte gráfico:

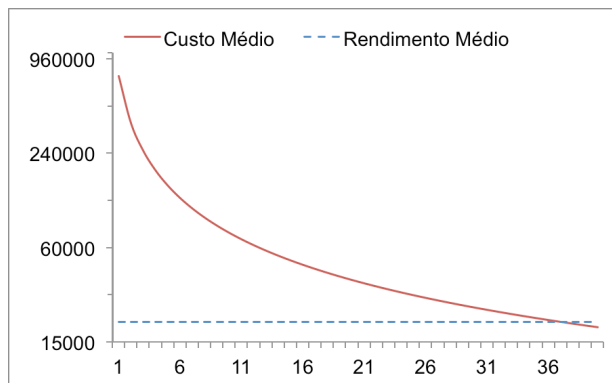


Fig. 7. Gráfico da evolução financeira para o caso de maior economia (eixo vertical em escala logarítmica).

No caso de maior economia, verificou-se que o ponto em que o Rendimento Médio supera o Custo Médio corresponde a formação de 38 alunos e seria necessário, considerando a formação de 30 alunos por ano, menos de 2 anos para que o custo de utilização do simulador de voo fosse balanceado.

Com tudo isto, verifica-se o possível impacto financeiro causado por uma implantação de simulador no 1º/11º GAv, respondendo o problema de pesquisa.

IV OBSERVAÇÕES FINAIS

Os simuladores de voo evoluíram de tal maneira que não são utilizados somente para treinamento, mas também para desenvolvimento de doutrinas de emprego em combate. A FAB tem incrementado a utilização deste tipo de equipamento, seja através de aquisição deste tipo de equipamento ou através da contratação de serviços, no entanto, algumas unidade de asas rotativas ainda não dispõem deste recurso, como é o caso do 1º/11º GAv.

O resultado mostra que, segundo a Teoria da Firma, existe balanceamento dos custos ao longo do tempo, sendo necessário formar pelo menos 38 alunos por este método, considerando os melhores resultados de efetividade de treinamento, e 174 alunos considerando os piores resultados de efetividade de treinamento.

Os resultados apresentados acima se mostram de extrema relevância para a FAB, pois levando em consideração os frequentes cortes no orçamento, a utilização de simuladores pode ser utilizada para evitar a perda de operacionalidade devido a corte de horas de voo, e o conhecimento prévio do impacto financeiro servirá de importante assessoria ao administrador quando em debate sobre este assunto junto à autoridades competentes.

Com a maior disponibilidade dos itens eletrônicos e de recursos de computação, encontra-se disponível “na prateleira” (Expressão utilizada para caracterizar produtos disponíveis ao público geral, inclusive sendo passível de compra pela *internet*) sistemas de movimento de plataforma, de geração de imagens, de projeção de imagens, entre outros necessários a um simulador, que podem reduzir os custos deste tipo de equipamento. Com isto, fica como sugestão para futuras pesquisas a complementação deste trabalho com dados referentes à utilização de simuladores constituídos destes sistemas mais “populares”.

REFERÊNCIAS

- [1] HAWARD, Dorothy M. **The Sanders Teacher** – Revista “Flight”. Reino Unido, 3 de Dezembro de 1910. Disponível em: <<http://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/1910/1910%20-%201008.html>>. Acesso em 16 de março de 2011.
- [2] BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos para a Aviação Militar**: ICA 3-1. Brasília, DF, 2010.
- [3] _____. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. **Gerenciamento do Treinamento em Simulador de Voo no Brasil e no Exterior**: ICA 12-16. Brasília, DF, 2007.
- [4] GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [5] GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [6] BRASIL. Comando da Aeronáutica. Primeiro do Décimo Primeiro Grupo de Aviação. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional**. Natal, RN, 2011.
- [7] ROLFE, John M.; STAPLES, Ken J. **Flight Simulation**. Cambridge: Cambridge University Press, UK, 2004.
- [8] COASE, R.H. **The Nature of the Firm**. Londres, UK, 1937. Disponível em: <<http://links.jstor.org/sici?sici=00130427%28193711%292%3A4%3A16%3C386%3ATNOTF%3E2.0.CO%3B2-B>>. Acesso em: 15 abr. 2011.
- [9] BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Glossário do Comando da Aeronáutica**. Brasília, DF, 2001.
- [10] ALLERTON, David. **Principles of Flight Simulation**. 1. ed. United Kingdom: Wiley, 2009.
- [11] MCDANIEL, W. C.; SCOTT, P. G.; BROWNING, R. F. **Contribution of Platform Motion Simulation in SH-3 Helicopter Pilot Training. Relatório Técnico** – US Navy, 1983. Disponível em: <<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&id=entifier=ADA134905>>. Acesso em 17 de abril de 2011.
- [12] HOLMAN, Garvin L.; BYNUM, James A. **Training Effectiveness of the CH-47 Flight Simulator**. Relatório Técnico – U. S. Army Research Institute, 1979. Disponível em: <<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&id=entifier=ADA072317>>. Acesso em 13 de abril de 2011.
- [13] RANTANEN, Esa M. **Incremental Transfer and Cost Effectiveness of Ground- Based Flight Trainers in University Aviation Programs**. Relatório Técnico – University of Illinois, 2005. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/hfes/hfproc/2005/00000049/00000007/art00005>>. Acesso em 13 de abril de 2011.
- [14] MAYER, George Benjamin. **Determining the Training Effectiveness and Cost-Effectiveness of Visual Flight Simulators for Military Aircraft**. Relatório Técnico – US Naval Postgraduate School, 1981. Disponível em: <<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&id=entifier=ADA104627>>. Acesso em 13 de abril de 2011.
- [15] ORLANSKY, Jesse; STRING, Joseph. **The Cost-Effectiveness of Military Training**. Relatório Técnico – US Institute for Defense Analysis, 1985. Disponível em: <<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&id=entifier=ADP000168>>. Acesso em 07 de abril de 2011.
- [16] ORLANSKY, Jesse; FLETCHER, John. **Cost-effectiveness of military training in TTCP Countries**. Relatório Técnico – US Institute for Defense Analysis, 1989. Disponível em: <http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED310731&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED310731>. Acesso em 08 de abril de 2011.
- [17] WIGHTMAN, D.C. **Rotary Wing Simulator Transfer of Training in Aviation Skills Acquisition and Sustainment**. Relatório Técnico – US Army Research Institute Field, 1990.
- [18] ALLERTON, David; ROSS, Michael J. **Evaluation of a Part-Task Trainer for Ab Initio Pilot Training**. Relatório Técnico – Institute of Aviation University of Newcastle, 1991. Disponível em: <<http://www.informaworld.com/smpp/ftinterface-content=a784772019~fulltext=713240930~frm=content>>. Acesso em 02 de abril de 2011.