

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em RV imersiva

Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF

*por Altino Alexandre Cordeiro Neto
Fabio Costa Broadbeck
Felipe Edemilson Cardoso
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira
Amanda Martins Haase
orientação Alexandre Amorim dos Reis*

RESUMO

Este trabalho divulga etapas integrantes de um projeto de pesquisa que visa o aperfeiçoamento dos padrões de movimento gerados por simuladores de vôo em ambientes imersivos de realidade virtual. Trata do projeto e produção mecânica de uma plataforma de movimentos com seis graus de liberdade (6DOF), produzida com componentes nacionais.

Palavras-chave *Realidade Virtual, plataforma de movimentos, produção*

Introdução

Este artigo comunica resultados parciais do projeto “P&D de soluções ergonômicas para o design de simuladores de vôo em ambiente imersivo de realidade virtual”, pesquisa mantida pelo Departamento de Design da UDESC, focada nos aspectos ergonômicos envolvidos com as tecnologias de Realidade Virtual, financiada pelo CNPq, pela FAPESC (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina) e recursos do Programa de Apoio a Pesquisa da UDESC.

As pesquisas concentram-se nos aspectos ergonômicos envolvidos nas atividades de pilotagem em ambiente imersivo de RV. Entrevistas efetuadas com pilotos e instrutores de vôo, surpreendentemente revelaram a opinião comum de que é mais próximo do real pilotar virtualmente aeronaves nos seus computadores domésticos do que nos simuladores de vôo existentes disponibilizados a eles.

Deve-se considerar que em imersão no ambiente virtual, o usuário (piloto) também mantém contato físico com o equipamento simulador, experimentando sensações próprias de uma interação real que de modo algum poderiam conflitar com as sugeridas pela realidade virtual proposta. É inaceitável a ocorrência de percepções discrepantes a partir dos estímulos sensoriais experimentados pelos sentidos envolvidos com os ambientes real e virtual.

A literatura relata distúrbios orgânicos em simuladores de vôo por conflitos desta natureza, náuseas são comuns, onde pilotos experientes são mais propensos do que usuários que nunca pilotaram uma aeronave real, em razão daqueles estarem mentalmente condicionados a esperar esforços corpóreos como respostas a determinadas atitudes de vôo, esforços que não ocorrem nos simuladores convencionais, por estarem, na realidade, em solo e à velocidade “zero”.

Para esta questão, a hipótese levantada foi: os simuladores de vôo que procuram promover a imersão em RV estão presos ao paradigma de simular os movimentos das aeronaves e não de simular os movimentos que gerariam os esforços a que os pilotos estariam submetidos na realidade, ainda que tais esforços viessem a ocorrer em intensidade menor, mas que, contudo, fossem suficientes para não gerar estímulos contrários e, portanto, discrepantes.

Estes e outros princípios norteadores da pesquisa como um todo, aqui citados para contextualizar este trabalho, encontram-se mais aprofundadamente abordados em trabalhos já publicados e relativos a etapas anteriores desta pesquisa, como os citados nas referências.

As pesquisas em atual desenvolvimento por este grupo, membros do Departamento de Design da UDESC, estão focadas nas soluções ergonômicas para estes problemas. Devendo-se considerar que em simulações de vôo imersivas em RV o piloto não possui contato visual ou auditivo com o ambiente real, suas interações

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

desta ordem se dão a partir da utilização de um HMD (Head-Mounted Display), dispositivo com o qual o piloto mantém interações visuais e auditivas com o ambiente virtual (Fig. 1).



Fig. 1
HMD zSight
Sensics

Sendo assim, verifica-se que os movimentos das plataformas de simuladores, ainda que geradas por um software de interface entre os servomotores e os softwares de simulação, utilizam os outputs destes softwares para seu acionamento, mais especificamente outputs gerados pela construção do ambiente visual (vídeo), acompanhando, no limite de movimento da plataforma, as inclinações geradas em vídeo resultantes de arfagens, rolagens e guinadas¹, ou seja, se uma aeronave, durante um vôo simulado, efetua uma rolagem de 15°, esta inclinação é adequadamente representada em vídeo e este sinal comanda a plataforma para efetuar o mesmo movimento. Deste modo, a sensação a que o piloto virtual se submete neste caso é a de uma inclinação de 15° no mesmo sentido da rolagem, o que de fato não ocorreria em uma situação real de vôo. Defende-se que este fenômeno discrepante se relacione às náuseas a que pilotos experientes vivenciam.

Os simuladores adotados por companhias aéreas ou aqueles utilizados para simulação de aeronaves civis de pequeno porte, os simuladores de vôos comerciais voltados a treinamento, não são afetados por este limitante, pois que aquelas aeronaves não impõem drásticos esforços aos pilotos, dado que não executam manobras bruscas a ponto de gerar forças que impactem em demasia a inércia sobre seus corpos.

¹ Arfagem - movimento da aeronave em torno de seu eixo transversal; rolagem - movimento em torno do eixo longitudinal; guinada - movimento em torno do eixo normal.

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

Em vôos reais de aeronaves de elevada performance, como os caças militares e aviões acrobáticos, os pilotos sujeitam-se a forças elevadas que com facilidade superam em várias vezes a força gravitacional, frequentemente representadas por “n” vezes “G” (2G’s, 3G’s ... nG’s), demandando deles um substancial esforço corporal para manterem-se equilibrados em seus postos de comando. Ocorre que, de modo geral, em chamados vôos coordenados (onde, por questões aerodinâmicas, são utilizados simultaneamente manche e pedais para o comando coordenado de aileron, leme e profundor), tais forças geradas sobre os pilotos são produzidos nos eixos longitudinal e transversal (frente – costas) de seus corpos, em sentidos alternados, dependendo da situação de vôo em prática, mas de modo geral nos sentidos da cabeça aos pés e do peito às costas, mantendo-o pressionado ao banco (assento e encosto). Apenas ocasionalmente ocorrem forças laterais, mas não é isso o que as plataformas de movimento em simuladores praticam, elas sempre reproduzem as inclinações laterais, gerando forças de atração ao solo no sentido da inclinação sobre os pilotos virtuais, o que é totalmente inadequado.

O objetivo geral deste projeto de pesquisa, voltado a “Promover pesquisas para o esclarecimento e proposição de soluções aos problemas relativos à realidade virtual imersiva em simulação de vôo, visando alcançar a maior adequação ergonômica de equipamentos simuladores de movimentos, considerando os aspectos peculiares relacionados à pilotagem aeronáutica, procurando romper o paradigma dominante, estabelecido em torno da simulação dos movimentos das aeronaves e não das sensações experimentadas pelos pilotos, que são resultantes das forças que atuam sobre eles em vôos reais”, dependendo da utilização de uma plataforma de movimentos sobre a qual seriam estabelecidos os procedimentos de simulação, para ao fim, oportunizar a proposição de movimentos mais compatíveis com as sensações experimentadas pelos pilotos em vôos reais.

Como atividade fundamental a esta pesquisa, iniciada em 2007, apontada como indispensável ao seu desenvolvimento no projeto proposto, consta a busca de recursos necessários à sua execução, para tanto, foram submetidos e aprovados, dois projetos ao CNPq, Edital Universal 15/2007, faixa C, e Edital de Bolsa de Produtividade em Pesquisa 2008 (2009 a 2012), sendo também submetida e aprovada proposta à FAPESC (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina), Edital Universal FAPESC 05/2006, no valor aproximado de R\$ 40.000,00.

Contando com os recursos necessários, humanos e físicos, iniciaram-se as ações previstas. A primeira liberação de recursos foi efetuada pela FAPESC, com os quais foram adquiridos equipamentos e softwares necessários ao desenvolvimento do projeto, dentre eles, sensores de movimento e um HMD. Quando da liberação total dos recursos pelo CNPq, em setembro de 2008, foram iniciados os contatos com o fornecedor norte americano produtor da plataforma 3DOF (3 degrees of freedom), 3 graus de liberdade, (Fig. 2) para a sua aquisição. O projeto teve um orçamento aprovado em sua totalidade de R\$ 75.702,90.

Pesquisas ergonômicas para simuladores de voo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.



Fig. 2 - Plataforma 3DOF InMotion Simulations.



Fig. 3 - Plataforma de movimentos 6DOF
CKAS Mechatronics - Austrália.

Desde a proposição do projeto, encaminhado em setembro de 2007, até a liberação total dos recursos, em setembro de 2008, ocorreu a crise financeira internacional, elevando a cotação do dólar a níveis que impossibilitaram o cumprimento do planejado, além disto, o fabricante da citada plataforma, a In-motion Simulation, elevou o preço de venda da plataforma 3DOF a valores superiores ao disponível.

Alternativamente, iniciou-se em 2009 o projeto de uma plataforma com 6 graus de liberdade, 6DOF, tipo Stewart, a partir de um modelo comercial existente (Fig. 3), antecipando uma atividade final do projeto de pesquisa, ao tempo em que solicitou-se ao CNPq a utilização dos recursos para aquisição de componentes nacionais e produção da plataforma, em lugar da mera aquisição de uma importada, assim cumprindo o objetivo de nacionalizar a tecnologia de projeto e produção de plataformas de movimentos para simuladores de voo.

Os resultados significativos da pesquisa apresentados nesse artigo referem-se ao período compreendido entre fevereiro de 2009 e julho de 2010. Relativos às atividades de projeto e produção mecânica da Plataforma 6DOF. Dessa maneira, a solução encontrada pelo grupo de pesquisa, diante das dificuldades encontradas, foi a alteração na ordem do desenvolvimento das atividades de pesquisa. Como descrito, se planejava a compra da plataforma 3DOF para os estudos necessários, a qual permitiria posteriormente o projeto de uma nova plataforma com 6DOF, o que garantiria maior liberdade de movimentos da unidade. Sendo assim optou-se pela antecipação da construção da plataforma 6DOF com materiais nacionais, o que se mostrou financeiramente viável, ainda que muito mais complexo. Com isto, postergando os estudos que inicialmente estavam previstos para esta fase, quais sejam, os testes com pilotos experientes em uma plataforma 3DOF para corroborar as hipóteses lançadas ao projeto, mas que ainda se mantém propostos ao projeto de pesquisa, muito embora para os quais será utilizada esta plataforma 6DOF nacionalizada e neste artigo apresentada.

Projeto

Após tomadas as decisões para a construção da plataforma 6DOF, passou-se por um processo de detalhado levantamento de dados sobre as plataformas existentes, mecanismos, softwares de controle, materiais, entre outros componentes essenciais para o desenvolvimento de uma plataforma totalmente nova.

Dessas pesquisas realizadas, a primeira que se mostra altamente significativa para o desenvolvimento da plataforma está ligada ao sistema gerador de força e movimento do conjunto. As possibilidades que se apresentaram nesta etapa eram baseados em motores elétricos, sistemas de pistões pneumáticos, ou ainda sistemas hidráulicos.

Para a definição de qual destes sistemas seria utilizado, baseado em especificações técnicas de plataformas similares, inicialmente foram mensurados os requisitos técnicos necessários para a adequada operação da plataforma, como máxima carga estática (estimada em 150 kg) e limites de movimentos conforme quadro 1.

Movimentos		Velocidade	Aceleração
Angulares	Arfagem - máximo 30°	35°/s	1000°/s ²
	Rolamento - máximo 35°	35°/s	1000°/s ²
	Guinada - máximo 45°	35°/s	1000°/s ²
Lineares	Arfagem - máximo 400 mm	450 mm/s	2,0 g
	Rolamento - máximo 400 mm	450 mm/s	2,0 g
	Guinada - máximo 400 mm	450 mm/s	2,0 g

Quadro 1 - Requisitos dinâmicos básicos para a plataforma.

Após obtidos os dados de referência, a pesquisa das tecnologias se deu na comparação de suas potencialidades em relação aos custos iniciais e de manutenção. Nessa fase foram feitas além de pesquisas remotas com auxílio da internet, também visitas presenciais a produtores industriais.

Com base em tais requisitos, foi confirmada a disponibilidade de produtos nacionais aptos à especificação para o projeto, contudo, de imediato, foi descartada a utilização dos sistemas hidráulicos, pois apresentam custos significativamente mais elevados e suas capacidades mínimas superam em demasia os requisitos definidos ao projeto, principalmente em termos de cargas, não se adequando às utilizações propostas - voltadas à pesquisa, sendo, portanto, mais indicados para produção de plataformas de maior porte e aplicação em treinamento de pilotos, com utilização mais frequente, principalmente por sua menor necessidade de manutenção, com confiabilidade mais estendida, o que também justifica seu custo elevado.

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

Os estudos de viabilidade posteriores, que definiriam a opção por acionamentos pneumáticos ou baseados em motores elétricos, foram focados em: custo inicial dos componentes; consumo de energia e facilidade de manutenção dos dois sistemas, sendo que todos os parâmetros ofereceram larga vantagem ao sistema baseado em motores elétricos, o que é corroborado pela opção deste sistema por produtores internacionais de plataformas de pequeno porte.

Como resultado dessa etapa, foi concluído que apesar das boas características técnicas apresentadas pelos sistemas pneumáticos e hidráulicos, estes ainda eram muito mais dispendiosos se comparados com o sistema de motores elétricos, que por sua vez atenderia plenamente aos requisitos estipulados anteriormente.

Com a escolha pelo sistema de motores elétricos, foi dado prosseguimento ao contato já iniciado na fase das pesquisas anteriores com representantes da Indústria WEG Automação S.A., os quais auxiliaram na seleção do sistema de servoacionamento melhor indicado à proposição. Servoacionamentos são utilizados nas mais diversas aplicações industriais quando elevada dinâmica, controle de torque, precisão de velocidade e posicionamento são requisitos necessários. São compostos por um servodrive, equipamento processador programável que comanda um servomotor em velocidade, torque, sentido de rotação e posicionamento do eixo. Para a plataforma são necessários seis servoacionamentos, conectados a uma placa de comando, que os gerenciará e promoverá a interface com o software de simulação de vôo - esta placa é componente do projeto de automação e não é abordado neste artigo, que se limita apenas ao projeto mecânico da plataforma.

Como servodrive ideal para a aplicação desta plataforma, foi especificado o modelo SCA050004T2223POEPZ, figura 4, e como servomotor o modelo SWA-40-2,6-30 B5 IP65 230, figura 5, motor com torque de 2,6 Nm e 3000 rpm. Sendo necessário um maior torque e menor velocidade, foi também especificado para cada servomotor um redutor de relação correspondente a 1:100, elevando o torque a 260 Nm e reduzindo a velocidade a 30 rpm, ou seja, 180°/s, superando significativamente a velocidade estabelecida como requisito técnico mínimo de 35°/s. O equipamento selecionado foi o redutor planetário modelo PE155-100, da indústria Apex Dynamics Brasil, figura 6.



Fig. 4 - Servodrive SCA05



Fig. 5 - Servomotor SWA



Fig. 6 - Redutor PE155-100

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

Depois de definidos e adquiridos os componentes do sistema de acionamento da plataforma, passou-se para o desenvolvimento da pesquisa baseada em engenharia reversa das plataformas existentes. Foram utilizadas como referências algumas imagens e vídeos de funcionamento de plataformas simuladoras encontrados na internet, inclusive com relação aos aspectos de geometria da estrutura metálica.

Com o levantamento de referências geométricas da plataforma simuladora, iniciou-se o processo de especificação das medidas das peças e dos sub-conjuntos que compõem o sistema. Este processo de mensuração foi elaborado pela atribuição de valores para as medidas gerais, o que permitiu no seu prosseguimento a determinação das dimensões específicas de cada peça, assim como os perfis, tubos, chapas e outros materiais que seriam utilizados na construção.

Para o atendimento dos requisitos técnicos de movimento da plataforma, demonstrados no quadro 1, os componentes da plataforma responsáveis pela conversão do torque dos motores em força, as alavancas a serem instaladas nos eixos dos redutores para conexão às hastes, foram especificados com a dimensão nominal de 200 mm, permitindo um curso máximo das hastes de 400 mm em uma rotação de 180° nos eixos dos redutores. Com tal dimensão das alavancas, a força com que cada uma atuará sobre a haste, em um ângulo de 90° (mínima força) e na máxima rotação dos motores, será o equivalente à divisão do torque máximo de 260 Nm pelo comprimento nominal da alavanca, 200 mm ou 0,2 m, resultando em 1300 N ou, aproximadamente, 132 Kgf.

As peças já especificadas quanto às dimensões e materiais foram então modeladas no software SolidWorks para uma posterior montagem e integração de toda a plataforma.

Entretanto, é importante observar que o desenvolvimento destes processos que se ligam a determinação de medidas e modelamento das peças não se deu em uma linearidade absoluta. Pelo contrário, a complexidade dos subconjuntos e suas relações encaminhou o desenvolvimento dos processos em paralelo. A interligação complexa entre as partes não permite o desenvolvimento completo de um subconjunto negligenciando os demais.

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva
Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

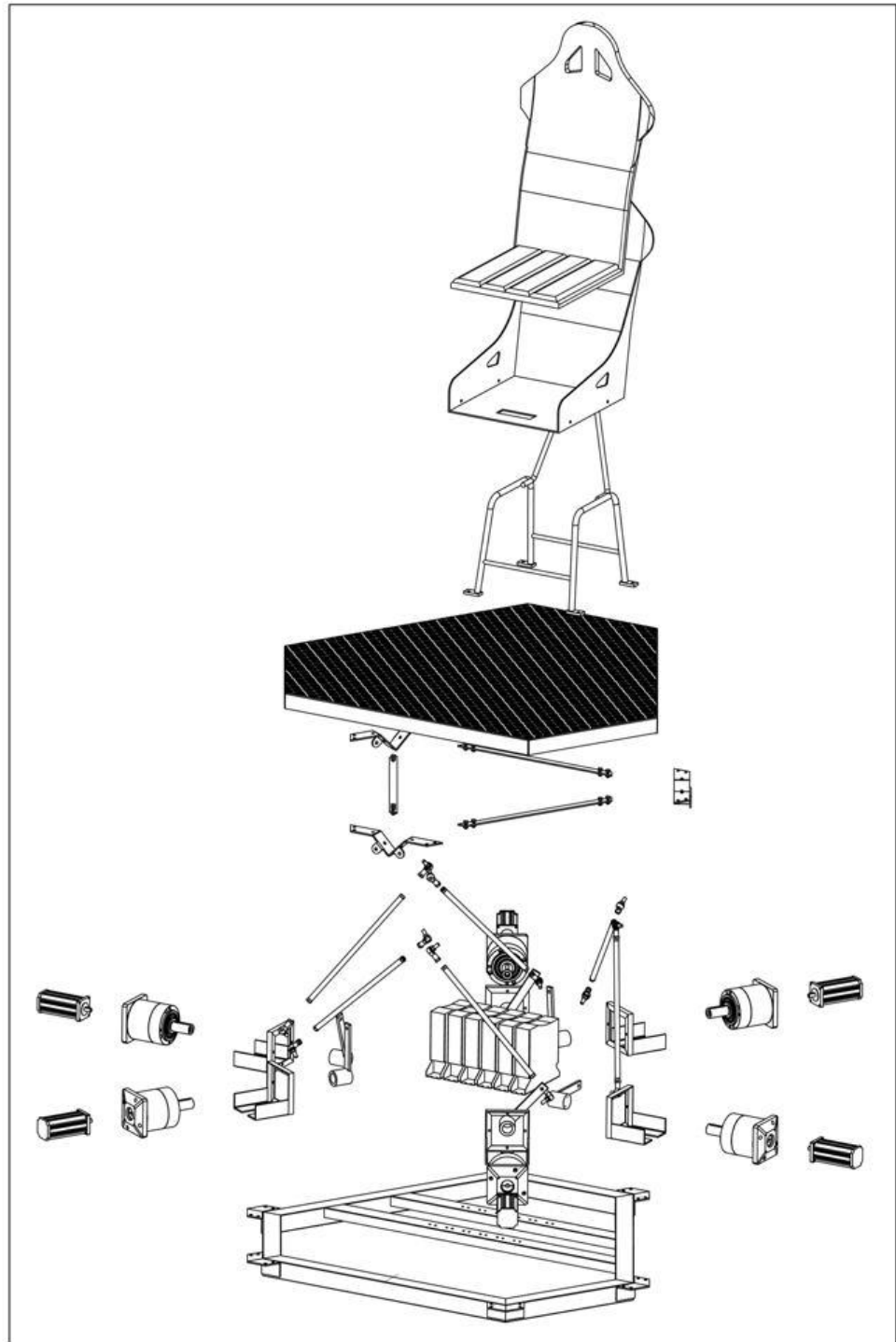


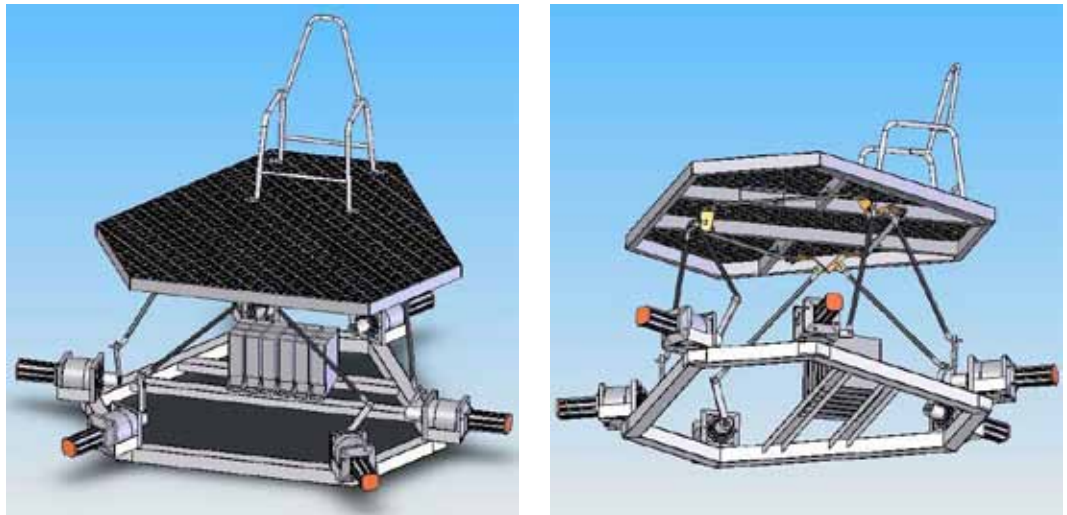
Fig. 7 - Vista explodida da plataforma modelada no software SolidWorks.

Por este motivo, o desenvolvimento do projeto para a construção da plataforma necessita de acurado detalhamento, já que pequenas imperfeições não detectadas nesta fase têm a potencialidade de gerar problemas que afetem um número maior

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

de conjuntos do que aquele ao qual pertence. A figura 7 apresenta uma vista explodida dos principais elementos da plataforma, demonstrando as relações entre diversos componentes e elementos, fixos e móveis.

Tendo a modelagem das peças sido concluída, e seus subconjuntos já montados virtualmente, iniciou-se a finalização da montagem virtual da plataforma com todos os seus componentes (figuras 8a e 8b). Este processo auxilia a validar as dimensões especificadas, como também contribui para detectar elementos que ainda precisam ser aperfeiçoados, tanto quanto outras inconformidades que de outro modo não poderiam ser consideradas antes de uma montagem física e operação final de movimento. O projeto virtual pode então ser considerado como um processo de avaliação e atualização vital para projetos técnicos, sobretudo aqueles que detenham graus de complexidade tão elevados quanto esta plataforma simuladora de movimentos.



Figuras 8a e 8b - Modelamento virtual da plataforma no software SolidWorks.

Após a finalização do projeto virtual da plataforma, todo o modelamento dos elementos não comerciais foi convertido em desenhos mecânicos para que pudesse ser iniciado o processo de produção física da plataforma, que na oficina mecânica seria procedido, como será descrito no item a seguir.

Produção

Além dos componentes comerciais integrantes da plataforma (servodrives, servomotores, módulos de frenagem, redutores planetários, cabos, juntas esféricas - terminais rotulados, bases amortecedoras, bancos, cintos de segurança e elementos de fixação), todos os demais componentes foram produzidos da Oficina Mecânica do Departamento de Design da UDESC, a partir do projeto previamente

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

descrito, à exceção dos suportes dos atuadores que tiveram sua produção encomendada a uma metalúrgica local.

A plataforma foi projetada composta por 4 conjuntos básicos: base inferior, atuadores, base superior e superfície de comando. Cada qual composto por itens, além dos comerciais, descritos no quadro 2.

CONJUNTO	ITEM	QTde.	MATERIAIS	PROCESSOS
Base Inferior	Base hexagonal irregular	01	tubos de secção quadrada e cantoneiras em L - aço 1020	cutte, solda e perfuração
	Suportes dos redutores	06	cantoneiras em L - aço 1020	cutte, solda e perfuração
	Travessas suporte dos servodrive	02	cantoneiras em U - aço 1020	cutte, solda e perfuração
Atuadores	Alavancas	06	barras de secção circular e barras chatas - aço 1020	usinagem, cutte, solda e perfuração
	Hastes	06	tubos Schedule e barras rosqueadas - aço 1020	usinagem, cutte e solda
Base superior	Suportes dos atuadores	03	chapas de aço 1020	cutte a laser, perfuração e dobra
	Barras de união	03	barras chatas - aço 1020	cutte e perfuração
Superfície de comando	Estrutura	01	tubos de secção retangular - aço 1020	cutte, solda e perfuração
	Assoalho	01	chapa corrugada - alumínio	cutte, dobra e perfuração
	Banco	01	tubo de secção circular - aço 1020	cutte, dobra, solda e perfuração

Quadro 2 - Componentes, materiais e processos.



Fig. 9 e 10 – Bolsistas PIBIC atuando na construção da plataforma – oficina metal-mecânica Design.

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôle em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.



Fig. 11 - Bolsistas PIBIC montando a base da Plataforma - LPD.



Fig. 12 - Bolsistas PIBIC montando os redutores planetários - LPD.



Fig. 13 - Bolsistas PIBIC montando motores e servodrive - LPD.



Fig. 14 - Montagem dos atuadores e instalação de cabos - LPD.



Fig. 15 - Bolsistas PIBIC montando os atuadores - LPD.



Fig. 16 - Bolsista PIBIC montando a superfície de comando - LPD.

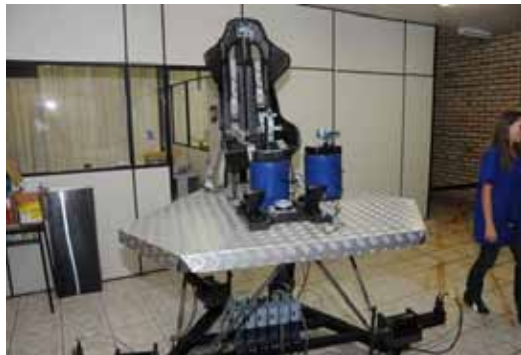


Fig. 17 - Avaliação antropométrica de dispositivos hápticos - LPD.



Fig. 18 - Aplicação do HMD e Data Glove (luva sensora) - LPD.

Considerações finais

Todo o desenvolvimento descrito neste trabalho, como já afirmado, corresponde a um período específico, correspondente a 18 meses, de um projeto de pesquisa de maior porte, tendo sido relatadas etapas do projeto que alcançam um significativo resultado, ainda que os objetivos do projeto de pesquisa como um todo demandem outras etapas.

É importante também considerar que a plataforma de movimentos até aqui desenvolvida ainda não está operacional, para tanto depende da implantação do projeto de automação, no momento em desenvolvimento, para o que foi integrado à equipe um pesquisador doutor especialista em Mecatrônica, contratado pelo Departamento de Design como Professor Visitante, com atuação integral neste projeto de pesquisa pelos próximos seis meses. Estima-se que a plataforma estará em pleno funcionamento em março de 2011, quando a partir de então serão procedidos os experimentos propostos no projeto de pesquisa “P&D de soluções ergonômicas para o design de simuladores de vôo em ambiente imersivo de realidade virtual”.

Em se tratando de um projeto de pesquisa científica e tecnológica, onde mesmo o não alcance dos resultados que aqui foram atingidos já seria um significativo resultado, na medida em que puderam ser colocados em prática métodos de desenvolvimento, ainda por considerar todas as inéditas aplicações tecnológicas que envolveram o projeto, resultando em inovação, esta pesquisa traz aqui como destacável mérito a nacionalização de uma tecnologia até então indisponível no País, na medida em que seu projeto pode ser confirmado em soluções viáveis para a produção industrial.

O resultado alcançado superou as expectativas da equipe envolvida, como os acionamentos eletromecânicos especificados, sua configuração foi planejada para o mais adequado ajuste antropométrico, tanto para o uso final, a simulação de pilotagem, quanto às ações de produção, de manutenção e de customização, principalmente nos meios de acesso da plataforma de simulação, esta que deve ser personalizável aos postos de comando de cada aeronave ou grupo de aeronaves, segundo as condições próprias de pilotagem, especialmente pela utilização de acessórios como manches, *thrust levers* e pedais, para o que permite total customização de montagem.

Finalmente, observa-se que ajustes naturalmente poderão ocorrer, o que é esperado em todo projeto inteiramente novo, muito embora métodos e procedimentos específicos tenham sido aplicados para reduzir ocorrências desta natureza (Análise de Valor e QFD). No todo, antecipa-se o sucesso alcançado neste projeto em razão da qualificação a ele defendida por toda a equipe do projeto; os resultados superaram as expectativas em razão das soluções aos desafios que se estabeleciam, tanto os externos como o cenário econômico internacional que poderia impedir a continuidade deste projeto, quanto aqueles relacionados aos limites de viabilização tecnológica para a adequação ergonômica e conseqüente humanização da tecnologia envolvida, mas tais superações destacam o sucesso do processo metodológico percorrido.

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

Como já exposto, a equipe de pesquisa encontra-se apta para a promoção de novas investigações para o esclarecimento de soluções aos problemas relativos à realidade virtual imersiva em simulação de vôo, tais como aquelas descritas no projeto de pesquisa, visando alcançar a maior adequação ergonômica de equipamentos simuladores de movimentos, considerando os aspectos peculiares relacionados à pilotagem aeronáutica, procurando romper o paradigma dominante, estabelecido em torno da simulação dos movimentos das aeronaves e não das sensações experimentadas pelos pilotos, que são resultantes das forças que atuam sobre eles em vôos reais.

Têm-se, como pressuposto, que um equipamento simulador de vôo dificilmente poderia reproduzir os esforços a que os pilotos se submetem em vôos reais com igual intensidade, porém, antecipa-se a possibilidade de alcançar com investigações científicas, agora disponibilizados pelos resultados alcançados neste projeto, a reprodução de esforços que possa, através da configuração de movimentos utilizando apenas a força gravitacional, corresponder mais proximamente às percepções e reações vivenciadas na realidade.

Na conclusão de novas etapas, a corroboração das hipóteses e das proposições para as soluções de abrangência ergonômica poderá representar um salto significativo da simulação em ambientes imersivos de realidade virtual, beneficiando diretamente os detentores da tecnologia – as instituições envolvidas, além de todos aos que o efeito multiplicador da divulgação científica e da evolução tecnológica possa alcançar.

Pesquisas ergonômicas para simuladores de vôo em rv imersiva Projeto e Produção de uma Plataforma de Movimentos 6DOF.

REFERENCIAS

- > 6DOF.com Cae Web Portal. Disponível em: <<http://www.6dof.com/>>, acesso em 08.jul.2010.
- > 6DOF Motion Platform Model. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=luzknDc1VPs>>, acesso em 08.jul.2010.
- > Absolut Technologies. Disponível em: <<http://www.abs-tech.com/>>, acesso em 08.jul.2010.
- > APEX Dynamics Brasil. Disponível em: <http://www.apexdynabrasil.com.br/web-Eng/index_Eng.asp>, acesso em 08.jul.2010.
- > BR Simulations. Disponível em: <<http://www.brsimulations.com.br/index.htm>>, acesso em 08.jul.2010.
- > CKAS Mechatronics. Disponível em: <<http://www.ckas.com.au/>>, acesso em 08.jul.2010.
- > InMotion Simulations. Disponível em: <<http://www.inmotionsimulation.com/>>, acesso em 08.jul.2010.
- > REIS, Alexandre A. dos ; FERREIRA, M. G. G. ; BRODBECK, F. C. ; CARDOSO, Felipe E. ; MIRANDA, A. M. ; MELO, R. R. . Ergonomic Aspects in Virtual Reality Immersive Environment: the design process on Flight Simulators. In: International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for Innovation IDEMI'09, 2009, Porto. IDEMI'09 - International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for Innovation. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.
- > REIS, Alexandre A. dos ; NICKEL, E. M. ; CUNHA, F. D. ; SILVA, R. A. A. ; TUROZI, A. S. ; SERAFIM JUNIOR, J. . Soluções em design com ênfase ergonômica para um módulo simulador de vôo. In: 7º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Informação, Ambiente Construído, Transporte, 2007, Balneário Camboriú (SC). Anais do 7º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia, 2007.
- > WEG Automação S.A. Disponível em: <<http://www.weg.net/br>>, acesso em 08.jul.2010.

Prof. Dr. Alexandre Amorim dos Reis, orientador, coordenador da pesquisa, professor do Departamento de Design do Ceart/UDESC

alexandre.reis@pq.cnpq.br

Altino Alexandre Cordeiro Neto, Fabio Costa Broadbeck, Felipe Edemilson Cardoso, acadêmicos do curso de Design – Ceart/UDESC, bolsistas de iniciação científica PIBIC/CNPq

Prof. Dr. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, professor do Departamento de Design do Ceart/UDESC, pesquisador da Instituição

Amanda Martins Haase, acadêmica do curso de Design do Ceart/UDESC, voluntária em Iniciação Científica