

DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE COCKIPT DE CATAMARÃ COM ENFASE EM REQUISITOS DE ERGONOMIA

Cristiano V. Ferreira (cristiano.v.ferreira@ufsc.br) – Universidade Federal de Santa Catarina

Priscila Cunha (priscila.cunha91@yahoo.com.br) – Universidade Federal de Santa Catarina

Rafael Ziantonio (rafayzi@yahoo.com.br) – Universidade Federal de Santa Catarina

Gustavo Ayres Leal (leal_gustavo_@hotmail.com) – Universidade Federal de Santa Catarina

Rafaek Chitolina (rafaelchitolina@hotmail.com) - Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo

O presente artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do cockpit de um catamarã movido a energia solar, considerando aspectos de ergonomia. Um dos objetivos da ergonomia é otimizar o desempenho dos sistemas, aperfeiçoando tanto a eficiência humana quanto a do sistema, a partir da transformação da interface entre o operador e os equipamentos. Quando um sistema inclui o ser humano como elemento essencial para seu desempenho adequado, o ser humano deve ser contemplado. E se o ser humano não estiver satisfeito, o sistema não terá como trabalhar com eficiência. Com a inserção da avaliação ergonômica do projeto, a fim de proporcionar maior conforto e melhores condições de manobrabilidade ao piloto, assim como, a diminuição do arrasto aerodinâmico com a alocação do piloto no interior do casco. Desta forma, neste artigo é apresentado o desenvolvimento e fabricação de um cockipt para catamarã considerando aspectos de ergonomia.

Palavras-chave: Ergonomia, Projeto, produto

Área: Métodos e técnicas para GDP e Criatividade

1. INTRODUÇÃO

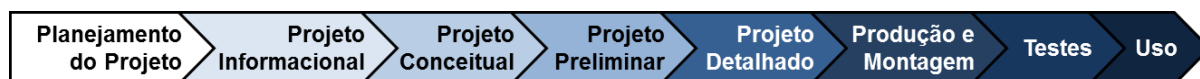
O desenvolvimento de veículos que utilizam fonte de energia sustentável tem sido um dos grandes desafios das empresas. Como resultado, diversas iniciativas educacionais e de pesquisa tem sido fomentadas pelas Universidades e Empresas.

Neste cenário, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Campus Joinville –, por intermédio do Curso de Engenharia da Mobilidade tem desenvolvido o projeto de extensão intitulado Barco Solar, um equipamento do tipo catamarã movido à energia elétrica, sendo que a fonte dessa energia é captada por placas fotovoltaicas acopladas na embarcação.

Este barco participa da competição Desafio Solar Brasil (DSB), um rally de barcos movidos à energia solar, que é promovida no Brasil e no Exterior. O evento é uma oportunidade de testar os projetos desenvolvidos pelas Universidades que pesquisam tecnologias, as quais poderão estar disponíveis em embarcações não poluentes para uso comercial.

Neste contexto, ocorreu o desenvolvimento do presente trabalho. O projeto da embarcação, envolveu as etapas de planejamento do projeto, projeto informacional, conceitual, preliminar, detalhado, produção e teste, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1 – Processo de desenvolvimento do barco solar.



Em se tratando do desenvolvimento da embarcação, a ênfase deste artigo envolve a otimização da posição do piloto, considerando o critério de ergonomia. Um dos objetivos da ergonomia é otimizar o desempenho dos sistemas, aperfeiçoando tanto a eficiência humana quanto a do sistema, a partir da transformação da interface entre o operador e os equipamentos. Quando um sistema inclui o ser humano como elemento essencial para seu desempenho adequado, o ser humano deve ser contemplado. E se o ser humano não estiver satisfeito, o sistema não terá como trabalhar com eficiência (Moraes, A. e Mont'alvão, C., 2000).

A ergonomia é diferenciada das outras áreas de conhecimento por sua característica interdisciplinar e pela sua natureza aplicada, ou seja, a adaptação do posto de trabalho e ambiente às características e necessidades do trabalhador (Dul et al, 1995, p.14).

De acordo com Lida (2004) a ergonomia é "o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, o equipamento (maquinário), ambiente e aplicação dos conhecimentos de anatomia, engenharia, fisiologia, sociologia e psicologia na solução dos problemas surgidos deste relacionamento". A abordagem ergonômica incluída no processo de desenvolvimento

do projeto visou buscar o máximo de conforto e segurança para cada tipo de embarcação, como também atingir níveis de eficiência operacional. Neste contexto, a ergonomia contribuiu para a adaptação do ambiente físico das embarcações ao homem.

Assim, considerando uma versão já existente da embarcação, o projeto descrito neste artigo, envolvendo o desenvolvimento do *cockpit* com a inserção da avaliação ergonômica do projeto, a fim de proporcionar maior conforto e melhores condições de manobrabilidade ao piloto, assim como, a diminuição do arrasto aerodinâmico com a alocação do piloto no interior do casco também foi ser considerado outro ponto otimizado.

2. DESENVOLVIMENTO DO COCKIPT

O projeto da embarcação do tipo catamarã foi realizado considerando os modelos de desenvolvimento de produtos apresentados por Back et al. (2008) e Rozenfeld et al (2006), assim como, os processos de fabricação necessários para a fabricação do mesmo, uma vez que o produto deveria ser leve, resistente e confortável, além de ser ergonômico.

Entende-se por *cockpit* o espaço onde se aloja o piloto dentro de veículos de corridas ou regatas (Dicio, 2012). Cockpit ou Cabine do piloto é o espaço onde um ou mais pilotos se acomodam no interior do veículo com o intuito de conduzi-lo durante um determinado trajeto. Os principais requisitos envolvidos no projeto de um cockpit são: baixo peso, segurança e conforto, sendo que este é avaliado por intermédio de análises ergonômicas com base nas medidas do corpo do piloto.

Em se tratando do catamarã movido a energia solar, o conjunto do cockpit foi considerado, como sendo aquele formado pelos seguintes componentes: um banco (assento), um sistema de controle de navegação com GPS, manete de direção e comandos eletrônicos. É importante ressaltar que todos estes recursos deveriam estar posicionados ao alcance do piloto minimizando os efeitos da regata.

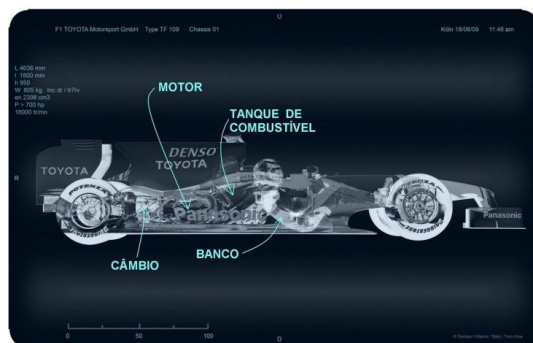
Para o desenvolvimento do cockpit, inicialmente, foram pesquisadas as posições ergonômicas do assento que proporcionariam um melhor desempenho da embarcação. Esta etapa consistiu em encontrar angulações ideais e as dimensões do banco para o cockpit.

2.1. Análise da ergonomia do Assento

A equipe envolvida no projeto, realizou pesquisas na área de ergonomia a fim de buscar definições básicas para auxiliar no dimensionamento do cockpit. Foram realizadas consultas na literatura, assim como, em projetos relacionados, procurando identificar aplicações semelhantes.

Uma situação bastante semelhante ao piloto da embarcação, envolve a posição dos pilotos de Formula 1. Por intermédio de uma imagem do carro de Fórmula 1 da Equipe Sauber Toyota, modelo 2009, as angulações e o posicionamento do piloto foram analisados, conforme exposto na figura 2. Considerando as restrições existentes no interior do casco do barco catamarã, local onde cockpit foi fixado, esse modelo serviu para obter a linha “ideal” de acordo com as especificações do projeto.

Figura 2. Raio-X de um carro de Fórmula 1. Equipe Sauber Toyota, modelo 2009



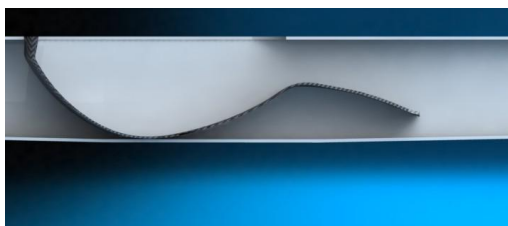
Fonte: Toyota Motorsport (2011)

Considerando as colocações de Grandjean (1998), onde as condições para um trabalho eficiente são aquelas em que se buscam as posturas e movimentos naturais do corpo. Para alcançar estas condições, a equipe de projeto entendeu que se faziam necessárias adaptações do local de trabalho às medidas do corpo humano; para tanto, devem ser analisadas as medidas antropométricas envolvidas na realização da tarefa.

Desta forma, o projeto foi adaptado levando em conta alguns fatores importantes. Primeiramente, as pernas poderiam estar menos flexionadas, por não haver restrições quanto ao comprimento e acomodação do piloto. Outra diferença foi a necessidade do piloto ficar com a cabeça um pouco mais elevada em função de uma maior distância entre os olhos do piloto e o final do barco.

Neste contexto, foi realizado um esboço do projeto e detalhado no software SolidWorks, conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3. Vista lateral do cockpit.



Fonte: Imagem obtida pelo software SolidWorks (2012)

2.2. Escolha dos materiais a serem utilizados para a fabricação do molde do assento

Analisando o formato complexo do interior do casco, local no qual seria acomodado o banco, concluiu-se que a melhor forma seria obter/criar um contra molde a partir do volume que o interior do casco apresenta. Em seguida, foram analisados materiais que tornariam possível obter esse volume desejado utilizando gesso, poliuretano expandido ou madeira (Callister, 2008). Dessa forma, poderíamos obter um molde para uma futura laminação do assento.

Entre as opções avaliadas o Poliuretano Expandido se destacou devido à praticidade quanto à operação de manuseabilidade da substância, baixo peso e a facilidade de aquisição do material necessário. Com a obtenção do material, foram realizados alguns cálculos e testes para se obter a relação entre os produtos que formam a mistura para expansão: poliol e isocianato, 43% e 57% respectivamente. O volume inicial da mistura para expansão foi de 16 litros. A taxa utilizada proporcionou uma expansão de 20 vezes o volume inicial.

2.3. Fabricação do molde

Para realizar a expansão dentro do casco foi improvisada uma seção de madeira delimitando o volume desejado para o molde do banco, com a utilização de uma lona para evitar que a mistura entrasse em contato com a fibra interna do casco. A mistura foi despejada sobre a lona e expandiu-se tomando o formato interno do casco. Após o tempo de cura o bloco foi desenformado. O perfil obtido nos desenhos do projeto foi repassado para o bloco de poliuretano

Com a obtenção da guia para o corte, iniciou-se o trabalho de lixa, a fim de adequar o formato das costas para a média dos pilotos, finalizando, dessa forma, o molde, conforme apresentado na figura 4.

Figura 4. Fase de finalização do molde para fabricação do assento



2.4. Fabricação do assento

Os materiais escolhidos para o processo de construção foram: *gel coat*, fibra de vidro, resina epóxi, catalizador, cera desmoldante, folhas de papel alumínio e tinta spray azul. As ferramentas utilizadas foram pincéis, rolinhos para retirada de bolhas na laminação da fibra de vidro, recipiente para misturas, tesoura e equipamentos de segurança individual.

Para o processo de laminação, primeiramente obteve-se uma superfície adequada para o mesmo. Folhas de alumínio foram fixadas no molde de Poliuretano, para obter-se uma superfície lisa. Camadas de cera desmoldante foram passadas sobre as folhas de alumínio, tendo assim uma superfície adequada para a laminação. Levando-se em conta a resistência necessária e que a peça deveria ser o mais leve possível, duas camadas de *gel coat* e três camadas de manta de fibra de vidro foram aplicadas para a fabricação do *assento do cockpit*.

Passado o tempo de cura, o assento do *cockpit* foi retirado do molde e assim, se encontrava pronto para a realização dos acabamentos necessários como desbaste dos excessos, preparo da superfície para pintura e a própria pintura. De acordo com o planejamento realizado inicialmente, foi realizado o corte do *deck* e a fixação do assento dentro do barco. Para a fixação utilizou-se fibra de vidro como material base, finalizando o processo (figura 5).

A angulação e as posições das principais articulações apresentam-se da seguinte forma:

- Joelho: 125°;
- Tronco-pernas: 105°;
- Tronco: 140°;
- Tronco-pescoço: 152°.

Figura 5. Versão final do assento



3.6. Fabricação do painel

Para proporcionar ao piloto condições de conduzir o barco catamarã durante as regatas foi projetado um painel de controle que deveria obedecer aos requisitos de baixo peso, distâncias adequadas para o alcance do piloto, e um design aerodinâmico para minimizar os efeitos do arrasto aerodinâmico do ar com a superfície do painel. Esse deveria estar localizado na parte superior do *deck*, a frente do piloto, na extremidade do corte do *deck* feito anteriormente (figura 6).

Optou-se por fazer a proteção superior que iria vedar o painel de controle, evitando o contato dos componentes internos com a água do mar, com uma chapa fina de alumínio pela facilidade de modelagem com simples dobras. Para o espaço aonde seriam fixados os componentes, foi escolhido uma chapa laminada com fibra de vidro e *gel coat*.

Além de proporcionar um conforto ergonômico para o piloto conduzir o barco e diminuição no arrasto com o ar, outro fator que ficou bem evidenciado foi a estética que o novo *cockpit* proporcionou ao barco.

Figura 6. Painel de controle da embarcação.



4. VEDAÇÃO E ISOLAMENTO

Devido a problemas na competição, os organizadores sugeriram mudanças nos projetos no quesito segurança do barco. Dessa forma a equipe iniciou pesquisas a fim de avaliar itens de segurança naval que poderiam melhorar a segurança do projeto. Durante essas pesquisas identificamos algumas embarcações que se destacavam no mercado com o título de insubmersíveis.

Como os cascos possuem vazios no seu interior, Foi concretizada a ideia de que a capacidade de se manter a tona da embarcação dependia de que os espaços internos do casco não fossem preenchidos com água. Usualmente esses espaços estão preenchidos com ar porem existe a possibilidade de infiltrações para dentro do casco, e a solução

adotada pela equipe foi a substituição do ar por algum material impermeável, de baixa densidade que impediria o alagamento das cavernas, que por consequência, poderia causar o naufrágio da embarcação.

4.1. Materiais

Foram selecionadas três alternativas com diferentes materiais dentre eles: Poliuretano expandido, isopor e garrafas PET. Para a escolha final do material entre as opções foram levados em consideração os pontos a seguir:

- Acréscimo de peso na embarcação;
- Agilidade no processo de preenchimento das cavernas;
- Absorção de água pelo material.

O isopor se sobressaiu dentre as alternativas por possuir uma massa específica relativamente baixa, ser de fácil modelagem e apresentar viabilidade de obtenção. Após obter os volumes necessários de blocos de isopor, os mesmos foram modelados para se encaixar dentro das cavernas. Para assegurar a impermeabilidade do bloco foi feito um revestimento com filme de policloreto de vinila PVC.

Após os processos de manufatura dos blocos, estes foram adicionados dentro dos cascos obtendo um conceito de uma embarcação insubmersível oferecendo maior segurança para navegação.

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente trabalho buscou ressaltar a importância da avaliação ergonômica nas fases iniciais do processo de desenvolvimento do projeto de um produto, tornando o produto mais adequado para ao usuário.

O projeto do *cockpit* da primeira embarcação desenvolvida pelo grupo não estava adequado para o usuário. Com a integração das análises e estudos ergonômicos durante o processo de desenvolvimento do projeto do *cockpit*, do barco do tipo catamarã, foi possível obter acomodações mais adequadas ao piloto e consequentemente proporcionar melhoria no conforto, e, além disso, obteve-se maior desempenho da embarcação, com um ganho na eficiência aerodinâmica do barco.

REFERÊNCIAS

BACK, N. et al. 2008. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole.

CALLISTER, W. D., 2008. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 7ª. ed. Rio de Janeiro, RJ: LCT.

DICIO, 2012. **Dicionário de Português Online**. Disponível em: <http://www.dicio.com.br/cockpit/> [Acessado em 20 de maio de 2012].

DUL, J. and WEERDMEESTER, B., 2004. **Ergonomia prática**. Tradução Itiro Iida. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher.

GRANDJEAN, E., 1998. **Manual de ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman - Artes Médicas.

IIDA, I., 2005. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blücher.

MORAES, A. e MONT'ALVÃO, C. 2000. **Ergonomia: Conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB.

ROZENFELD, H. e FORCELLINI, F., 2006. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva.

TOYOTA MOTORSPORT, 2012. **Raio-X F1**. Disponível em <http://4.bp.blogspot.com/W7xFacvyvZ4/TGqKUnPFBil/AAAAAAAAA9k/UHq0fGgpVEo/s1600/RaioXF1.jpg>. [Acessado em 10 de maio de 2012].