

PROJETO DE UMA CADEIRA UTILIZADA POR ATLETAS PARAOLÍMPICOS NO ARREMESSO DE PESO

Elton Diêgo Bonifácio¹, eltondbonifacio@yahoo.com.br
Cleudmar Amaral de Araújo¹, cleudmar.araujo@yahoo.com.br
João Cícero da Silva¹, jciceros@mecanica.ufu.br
Sílvio Soares dos Santos², silvio@ufu.br
Rogerio Jose Maria Borges², rjborges@hotmail.com

¹Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Avenida João Naves de Ávila, 2160 - Campus Santa Mônica

²Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Uberlândia, Rua Benjamin Constant, 1286 – Campus Educação Física

Resumo: A atividade física, principalmente nos dias atuais, é um importante meio de manter a saúde. Em contrapartida, o sedentarismo é um importante fator de risco para diversas doenças crônico-degenerativas. Para portadores de deficiência física existem poucos dispositivos e equipamentos de auxílio para a prática desportiva. Mesmo para atletas paraolímpicos, existe uma grande carência de estudos e métodos específicos relacionados ao esporte. Portadores de deficiência são atletas que possuem pouca habilidade motora de tal forma que os mesmos ficam impedidos de participar de provas nas olimpíadas oficiais. Em geral, estes podem participar de outras modalidades dentro da paraolimpíada, desde que sejam feitos inúmeros testes de função motora e a lesão seja devidamente classificada. Em particular, nas modalidades de arremesso de peso pode ser utilizada uma cadeira especial adaptada para o atleta. Observa-se que a estrutura da cadeira é de fundamental importância no desempenho do atleta. Afim de que o atleta concentre toda sua atenção na execução da técnica da modalidade, e não no equilíbrio que deve manter durante o lançamento, além da preocupação com o desconforto e segurança, é essencial que esta cadeira atenda as necessidades do atleta. O objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de uma cadeira adaptada para atletas paraolímpicos nas modalidades de arremesso de peso que seja de baixo custo, segura e que propicie a máxima eficiência auxiliando na melhora da performance. Através dos dados antropométricos de um voluntário, atleta paraolímpico, o projeto estrutural de um novo protótipo de cadeira foi avaliado utilizando um modelo numérico de elementos finitos. O protótipo da cadeira foi construído e análises de campo foram efetuadas visando a avaliação da performance do arremesso. Os dados serão utilizados em futuros trabalhos visando a otimização estrutural da cadeira.

Palavras-chave: Arremesso de peso, atletas paraolímpicos, elementos finitos, cadeira de arremesso, biomecânica.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas enfrentados por pessoas que possuem limitações físicas, sensoriais ou mentais, que na maioria das vezes não as incapacitam, denotam dos primórdios da humanidade. Em geral existe uma tolerância dos deficientes físicos que os impedem de levar uma vida natural em sociedade.

Um modelo de incapacidade, como questão de desvantagem, deficiência, ou doença, ainda persiste em algumas esferas sociais, cuja perspectiva agrava limitações e reforça a desvantagem criando um cenário de discriminação (RIOUX e CABERT, 2003).

Com as grandes guerras mundiais houve uma grande exigência por serviços médicos de reabilitação. O neurologista Ludwig Guttmann adaptou o esporte aos conceitos de reabilitação física e emocional para as pessoas com deficiência.

Dessa forma os portadores de deficiência podem usufruir dos aspectos fisiológicos, psicológicos e sociais do exercício e do esporte. Segundo Adams et al. (1985), a prática de esportes também preenchem certos objetivos sociais e emocionais. A possibilidade de se divertir e as reações positivas graças à participação nestas atividades melhoram muitas vezes o desenvolvimento social e a auto-estima da pessoa.

Porém, existem poucos dispositivos e equipamentos de auxílio para a prática desportiva. Devido a essa carência de estudos, métodos específicos e desenvolvimento de tecnologias relacionadas à prática desportiva para pessoas portadoras de deficiência, em geral, uma minoria consegue ser um atleta (MELLO, 2002).

Em particular, nas modalidades de arremesso de peso, disco e lançamento de vara pode ser utilizada uma cadeira especial adaptada para o atleta. Observa-se que a estrutura da cadeira é de fundamental importância no desempenho do atleta. Afim de que o atleta concentre toda sua atenção na execução da técnica da modalidade, e não no equilíbrio que deve manter durante o lançamento além da preocupação com o desconforto, é essencial que esta cadeira atenda as necessidades do atleta.

Os arremessos sobre cadeira se constituem em uma prática bem difundida no âmbito do atletismo adaptado, onde o para-atleta que se utiliza da cadeira como extensão do seu corpo para realizar a ação do arremesso.

Nessa modalidade desportiva observa-se que as cadeiras de arremesso são construídas de forma bastante rudimentar, sendo fator determinante no comprometimento do desempenho da atividade do praticante. Verifica-se uma série de inconvenientes inerentes à prática do arremesso sobre a cadeira como: cadeiras construídas com materiais inadequados, ausência de alças e rodas destinadas ao transporte manual e estrutura muito rígida.

O desempenho dos atletas lançadores depende de uma combinação da cadeira, e da técnica de lançamento. Geralmente as cadeiras são compostas de quatro apoios, descanso para os pés e um sistema de fitas de fixação que prendem o atleta à cadeira e a cadeira ao chão. Os assentos são compostos de uma superfície lisa com uma espécie de amortecimento.

O objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de uma cadeira adaptada para atletas paraolímpicos nas modalidades de arremesso de peso, vara e disco, que seja de baixo custo, segura e propicie a máxima eficiência auxiliando na melhora do desempenho. O presente estudo limitou-se ao desenvolvimento de um protótipo para para-atletas da classe funcional F58, visando, porém uma adaptabilidade para outras classes funcionais. O protótipo foi projetado visando baixo custo de tal forma que a resistência mecânica forneça segurança e conforto aos atletas.

2. ESPORTE ADAPTADO

A biomecânica do exercício e do esporte é o estudo das forças e seus efeitos sobre os humanos no exercício e nos esportes. De acordo com Santos e Guimarães (2002), a área de aplicação da biomecânica pode ser subdividida em biomecânica do rendimento, biomecânica antropométrica e biomecânica preventiva. A biomecânica do rendimento analisa a técnica do movimento, identificando e avaliando as variáveis de influência e o diagnóstico individual em relação às falhas técnico-motoras do movimento. A biomecânica antropométrica relaciona-se com o diagnóstico e prognóstico do rendimento relativo às medidas antropométricas. A biomecânica preventiva relaciona-se com a identificação de cargas e possíveis desgastes ocasionados ao aparelho de movimento oriundos da aplicação dessas cargas.

O objetivo da biomecânica do exercício e do esporte é a melhora do desempenho, da técnica, do equipamento (cadeira de arremesso), do treinamento, prevenção de lesões e reabilitação e projetos de equipamentos para reduzir lesões (McGINNIS, 2002).

Segundo o Paralympic Spirit (1996), o esporte organizado para pessoas com deficiência surgiu depois que os métodos tradicionais de reabilitação não correspondiam satisfatoriamente às necessidades médicas e psicológicas do grande número de soldados deficientes. Em função da grande demanda pós-guerra e do pedido do governo britânico, o neurologista Ludwig Guttmann, criou o Centro Nacional de Lesionados Medulares do Hospital de Stoke Mandeville, destinado a tratar soldados do exército inglês feridos na Segunda Guerra Mundial (VITAL e ROSE, 2004).

Muitas pesquisas apontam o valor do esporte na vida das pessoas, porém na vida de uma pessoa com incapacidade sua relevância ganha destaque pela influência na reabilitação e por ser um meio de integração social (STEADWARD E PETERSON, 1997).

A primeira Para-olimpíada, com a participação de 400 atletas representando 23 países, acabou efetivamente acontecendo em Roma no ano de 1960. Na oportunidade, oito modalidades foram disputadas (ABRADECAR, 2007).

A participação brasileira nos jogos paraolímpicos tem melhorado consideravelmente. No entanto, melhores incentivos deverão ocorrer para uma melhor estruturação e profissionalização.

3. BIOMECÂNICA DO ARREMESSO DO PESO

O objetivo do arremesso desportivo é lançar o implemento, objetivando o maior alcance possível, observando as regras das competições que limitam as ações do arremessador.

Referindo-se às leis mecânicas, a altura de liberação do peso depende do comprimento do corpo e dos braços do atleta, do nível de preparação física e técnica. Um aumento na altura de liberação causará um aumento aproximadamente igual na distância que o peso voará. Dessa forma, verifica-se que o parâmetro “altura” é considerado um dos pilares dos arremessos, e a sua não deferência traz prejuízos biomecânicos para o arremessador. Em analogia ao arremesso sobre a cadeira, o para-atleta que estiver sentado abaixo da altura regulamentar de 75 cm estará em desvantagem, o que de acordo com a biomecânica comprometerá o seu desempenho. Para obter um melhor desempenho, um arremessador, além de imprimir sobre o implemento maior velocidade, deve projetá-lo sobre um ângulo apropriado.

Portanto, considerando que o corpo humano com toda sua complexidade não se comporta da mesma maneira, a altura da cadeira irá contribuir com o desempenho do para-atleta, pois qualquer aumento na velocidade de liberação ou na altura de liberação é sempre acompanhado por um aumento na amplitude (BARTLETT, 2004). Isto se o ângulo não se alterar.

Dentre os fatores que influenciam os arremessos, a velocidade de liberação é o fator mais relevante. A distância horizontal coberta durante o vôo é proporcional ao quadrado da velocidade de liberação. Seguindo esta premissa, o para-atleta deverá assumir uma postura na cadeira que possibilite percorrer um espaço maior para adquirir uma velocidade maior. Assim, as especificações de projeto das cadeiras devem atender não só o usuário como também a atividade executada, corroborando para um desempenho ótimo.

A caracterização das fases do arremesso e suas etapas estão ilustradas nos passos a seguir com base na descrição sumarizada proposta por Muller e Ritzdorf (2002):

a) Na empunhadura, o peso fica repousado sobre a base (calo) dos dedos. O mínimo e o polegar servem de apoio lateral, enquanto que os outros três dedos da mão (indicador, médio e anular) ficam ligeiramente afastados. O peso não deve ser seguro com contração da mão, também não pode rolar na sua palma;

b) A cabeça e o braço esquerdo estão virados para trás da área de arremesso;

c) O cotovelo direito um ângulo de 90° com o tronco, e o cotovelo esquerdo está levantado e virado na direção do lançamento.

d) O movimento de rotação do tronco é bloqueado pelo braço esquerdo. E o movimento de chicote do braço começa após a extensão completa da perna e do tronco. Esta análise torna-se possível em para-atletas que estão classificados funcionalmente em F57 ou F58, por possuírem uma das pernas funcionais.

e) O braço esquerdo deve estar dobrado e fixo junto ao tronco. A aceleração é continuada pelo pulso que está em pré-extensão (polegar para baixo e dedos a apontar para fora após largar o peso).

3.1 Normas para Cadeira de Arremesso

Um problema enfrentado para organizar jogos para portadores de deficiência é a grande diversidade de comprometimentos de seus participantes. Em virtude desta dificuldade foi criado o sistema de classificação funcional.

Os sistemas de elegibilidade utilizados pelo Comitê Paraolímpico Brasileiro (CPB), Federações e Associações filiadas seguem orientações, normas e regulamentos definidos para cada tipo de deficiência e modalidade praticada. Estas normas são estabelecidas pelo Comitê Paraolímpico Internacional (IPC), que atualizam e aplicam em suas competições.

A classificação na prática desportiva para pessoas com deficiência, constitui-se em colocar no mesmo plano os aspectos da capacidade física e competitiva, procurando agrupar as deficiências semelhantes. O objetivo do sistema é homogeneizar a disputa tornando-a mais justa e equiparada possível.

Cada classe possui suas características funcionais que demandam exigências específicas de adequação entre as capacidades funcionais do para-atleta e sua cadeira de arremesso. O grau de comprometimento do para-atleta é indicado pela sua classificação, que é delimitada pela classe F51 (grande nível de comprometimento) a F58 (pequeno nível de comprometimento) para execução do arremesso sobre a cadeira.

A classificação funcional no para-desporto abrange todas as áreas de deficiência, porém, para os propósitos deste objeto de estudo, as discussões são centradas nas possibilidades funcionais de para-atletas com deficiência física que se utilizam da cadeira de arremesso, mais especificamente os para-atletas da classe F58.

As características da classe F58 são: atletas que possuem geralmente problemas em uma perna só, ou nas duas abaixo do joelho, ou uma amputação acima do joelho, ou as duas amputações abaixo do joelho, que façam seus arremessos sentados, com a possibilidade da finalização ser de pé (IWAS, 2005).

As complicações decorrentes de ordem motora ou física nos para-atletas produzem diversas possibilidades de inadequações da dinâmica postural sentada. Tendo em vista as possibilidades do usuário podem-se antever alguns problemas no projeto da cadeira de arremesso. Com efeito, a cadeira de arremesso torna-se elemento essencial, afim de que o atleta concentre toda sua atenção somente execução da técnica da modalidade.

O projeto deve atender as necessidades dos atletas, porém respeitando as normas para cadeira de arremesso. A altura da cadeira, objeto de estudo desta pesquisa, é determinada pela Regra 179 – Parágrafo 2° (F32 a F34, F51 a F58) que indica que a altura máxima da cadeira para arremesso ou lançamento, incluindo a(s) almofada(s), usada(s) como assento, não poderá exceder 75 cm. (IWAS, 2005)

Esse requisito deve ser observado com severidade, pois as cadeiras de arremesso ou lançamento serão medidas antes que o competidor entre no círculo de arremesso, e uma cadeira que ultrapasse a altura máxima estará transgredindo a regra, e o usuário pode ser punido com a não participação no evento. Porém uma altura inferior à altura máxima desfavorecerá o atleta, pois quanto maior a altura do arremesso, maior será o alcance do peso, vara ou disco.

Para o desenvolvimento do protótipo é importante a observância das normas para cadeira de arremesso, pois essas normas limitam o projeto.

Além da altura máxima permitida para a cadeira de arremesso, a norma não permite articulações ou juntas, o que poderia favorecer o atleta, como é determinado pela Regra 179 – Parágrafo 3° (F32 a F34, F51 a F58) que indica que a cadeira para arremesso ou lançamento poderá ter uma barra de apoio feita de metal, fibra de vidro ou material similar e que essa não poderá ter nenhuma articulação ou junta. A Regra 179 – Parágrafo 4° (F32 a F34, F51 a F58) estabelece que todas as partes da cadeira de lançamento deverão ser fixas. Não são permitidas assistências ao atleta por partes flexíveis da cadeira.

3.2 Fisiologia e mecânica do arremesso

Os movimentos executados durante o lançamento do peso vão da torção (distensão preliminar) do tronco para a extensão com rotação, exigindo enorme força contrátil por parte dos músculos que participam da rotação e da extensão do corpo (Weineck, J. 1990).

O músculo peitoral maior age em conjunto com o músculo bíceps braquial (porção curta), o músculo coracobraquial e o músculo deltóide (porção anterior), realizando a anteversão do braço mantido lateralmente e contribuindo desta maneira para a extensão progressiva do cotovelo (músculo tríceps braquial) para diante (Weineck, J. 1990), como mostrado na Fig.(1).

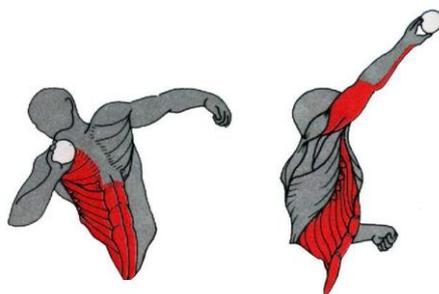


Figura 1. Músculos superiores que trabalham no lançamento do peso. (Weineck, J.1990)

O peso é deslanchado ao nível do punho aos dedos, com auxílio dos respectivos músculos flexores. A fim de aperfeiçoar a técnica de arremesso de peso, vários treinamentos são executados pelos atletas, sendo que um treino especial é o exercício de compressão em decúbito dorsal oblíquo (simulando o ângulo de lançamento do peso), com os dedos voltados para o lado interno (imitando a posição da mão no momento do arremesso) seguidos de flexão final do punho (Weineck, J. 1990).

4. PROJETO ESTRUTURAL DA CADEIRA PARA ARREMESSO DE PESO

O protótipo da cadeira foi projetado e construído visando avaliar a performance biomecânica de um atleta que pratica a modalidade de arremesso de peso. Neste caso, pretende-se utilizá-la para um melhor entendimento do comportamento biomecânico do movimento do arremesso de peso aliado a influência estrutural da cadeira. Visando a melhoria de rendimento e seguindo as normas pertinentes a esta modalidade pretende-se em futuros trabalhos projetar uma cadeira modular, de baixo peso, de fácil transporte e que possa efetivamente ser utilizada pelos atletas paraolímpicos Brasileiros que praticam tais modalidades.

Para a execução do projeto foram tomadas medidas antropométricas de um atleta do arremesso de peso. Neste caso, o atleta possui uma lesão no fêmur da coxa esquerda, caracterizando uma amputação acima do joelho em um membro.

A Figura (2) mostra o projeto estrutural da cadeira de arremesso desenvolvido no Solidworks.

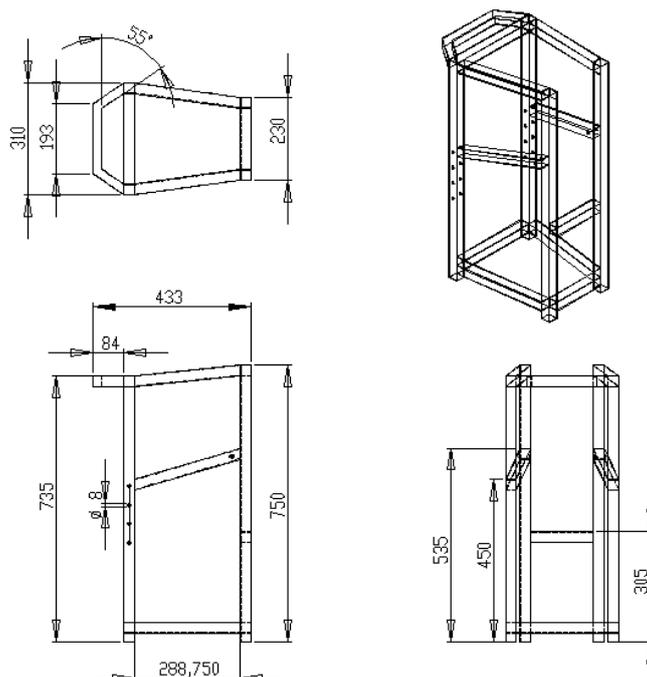


Figura 2. Protótipo da cadeira de arremesso desenvolvido em ambiente Solidworks.

A estrutura da cadeira foi projetada para apoiar sua perna esquerda flexionando internamente sobre uma base de lona e adaptando o pé sobre um pedal. Para dar segurança ao para-atleta, a estrutura foi projetada com perfis metálicos de seção quadrada 30 x 30 x 1,2 (Metalon) soldados.

Na região dos glúteos, uma base de apoio almofadada foi utilizada para dar sustentação no momento em que antecede a fase de impulsão e rotação.

Para fixar a cadeira ao solo foram projetados anéis fixados em posições estratégicas para, além de dar estabilidade à cadeira, não atrapalhar o movimento de arremesso uma vez que a fixação é feita através de cabos de aço ou cintas de nylon. A Figura (3) mostra o protótipo da cadeira de arremessos construído.



Figura 3. Protótipo da cadeira de arremesso de peso.

5. MODELAGEM DE ELEMENTOS FINITOS

Neste trabalho o projeto a geometria da cadeira de arremesso, mostrada na Fig. (4), foi exportada em extensão “iges” para o ambiente Workbench (Programa Ansys). A Fig. 4 mostra o modelo geométrico gerado no programa Ansys após a exportação.

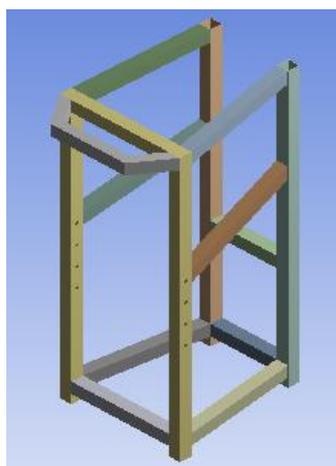


Figura 4. Modelo geométrico da estrutura da cadeira de arremessos exportada para o programa Ansys.

No modelo observa-se que foram mantidas apenas as partes estruturais de apoio, ou seja, a base de apoio do pé, lonas de fixação e assento foram desprezados na modelagem por elementos finitos.

A configuração final do modelo geométrico continha 13 volumes colados entre si constituindo das respectivas barras de metalon soldadas.

A estrutura da cadeira foi fixada completamente na parte inferior deixando um maior comprimento de movimentação da estrutura. Esta condição de contorno foi adotada por medida de segurança a fim de avaliar condições extremas de solicitação. Foram aplicadas duas cargas na estrutura, uma carga de 300 Kgf distribuída na área superior referente ao assento e outra carga de 300 kgf distribuída entre os furos de apoio da articulação móvel. Esta última carga representa a condição de apoio da perna do para-atleta na lona no momento do arremesso. Esta carga será suportada pelos furos de apoio através dos pinos de união. A Figura (5) mostra as condições de contorno e de carregamento aplicadas à cadeira.

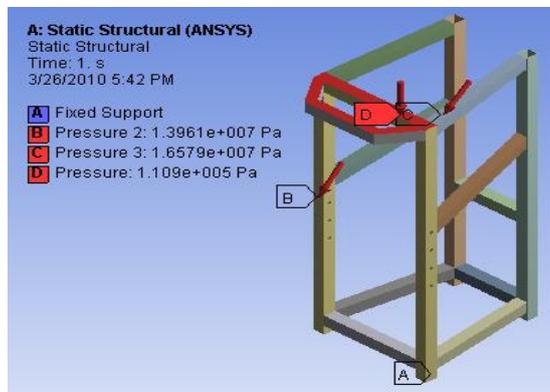


Figura 5. Condições de contorno e de carregamento aplicadas à estrutura da cadeira.

Os modelos de elementos finitos foram obtidos a partir dos modelos geométricos desenvolvidos através do gerador automático de malha do programa ANSYS. Após várias simulações foi utilizado elemento sólido com 22449 nós e 6776 elementos (Solid 92). A Figura (6) mostra o modelo de elementos finitos da cadeira de arremessos.

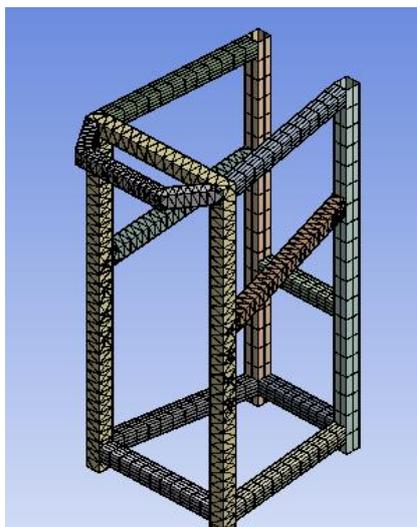


Figura 6. Modelo de elementos finitos da cadeira de arremessos.

6. RESULTADOS

A Figura (7) mostra as tensões de Von Mises calculadas para a estrutura da cadeira e a Fig. (8) mostram as respectivas deformações equivalentes na estrutura.

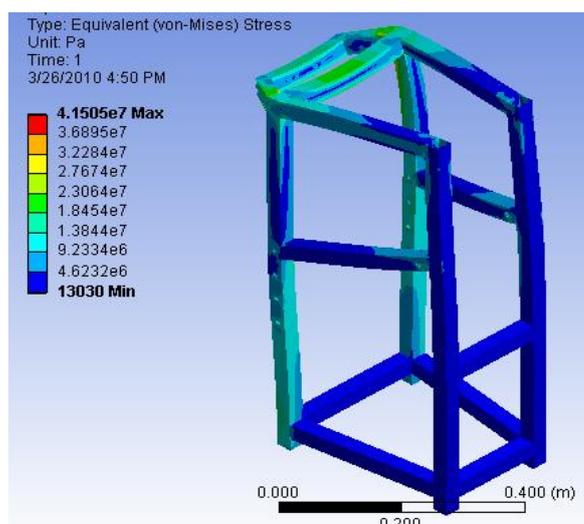


Figura 7. Tensões de Von Mises na estrutura da cadeira.

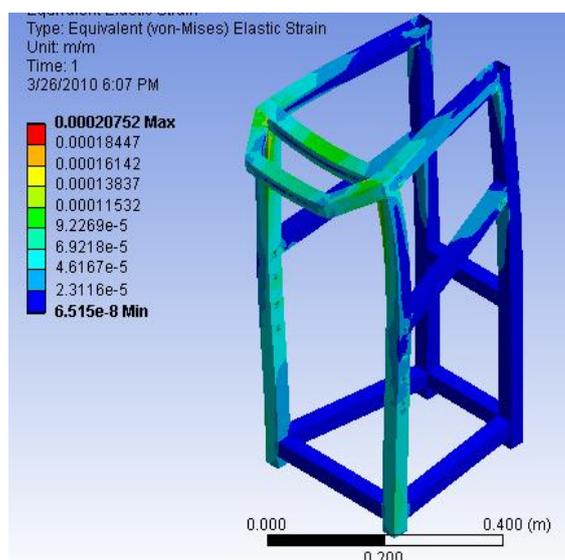


Figura 8. Deformações equivalentes na estrutura da cadeira.

Observa-se das Fig (7) e Fig. (8) que os níveis máximos de tensão e deformação na parte superior próximo ao assento correspondendo a 42 Mpa e 0,02 %, respectivamente. Estes valores estão bem abaixo do limite de escoamento do material da ordem de 400 Mpa. Observa-se uma tendência de abertura lateral das barras verticais que sustentam o assento por causa de um não travamento lateral nesta região. No entanto os baixos valores de tensão e deformação indicam que a estrutura está superdimensionada e poderia ser otimizada visando reduzir seu peso.

A Figura (9) mostra o para-atleta posicionado na cadeira no momento da execução do movimento de arremesso do peso. Observa-se que o glúteo do para-atleta deve estar sempre em contato com o assento até que o peso seja liberado. A estrutura de apoio da perna deve ser ajustada em um ângulo que permita o máximo conforto e potência no momento do arremesso. A força de impulso final é auxiliada pelo apoio do pé na extremidade da estrutura de apoio da perna, apoio da parte frontal da coxa e uma boa adaptação do pé direito que é ajustado no lado de fora da cadeira. Os pinos de travamento da cadeira devem suportar as cargas estáticas e de impulso geradas no momento do arremesso.

Observou-se que a estrutura da cadeira suporta bem as cargas impostas e permite ampla liberdade para que o para-atleta possa efetuar movimentos rotacionais dos quadris no momento do arremesso. Apesar do projeto deste protótipo da cadeira de arremessos não ter sido otimizado verificou-se que a estrutura é bem adaptada à perna do para-atleta tornando-se quase uma extensão de seu corpo. Nesta simulação a cadeira não foi fixada ao solo e portanto, movimentos de grande amplitude não puderam ser realizados afim de avaliar a performance final da distância de arremesso. Este fato também gerou insegurança ao para-atleta no momento do arremesso do peso.

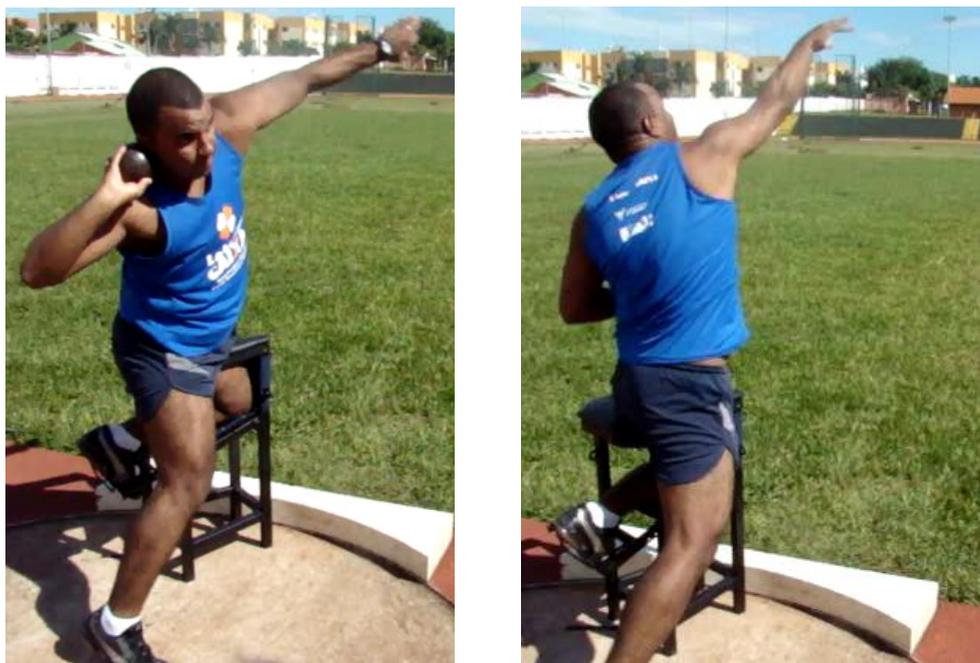


Figura 9. Para-atleta no momento do arremesso do peso utilizando a cadeira projetada.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta o projeto e a construção de um protótipo de uma cadeira de arremessos que pode ser utilizada na modalidade de arremesso de peso, disco e dardo. O objetivo deste primeiro protótipo é possibilitar ao para-atleta condições mínimas de segurança para efetuar o lançamento, seguindo as recomendações normatizadas para a classe funcional F58. Para isto o projeto da cadeira foi adaptado para um para-atleta específico. O modelo de elementos finitos mostrou os diferentes níveis de deslocamento estrutural e os gradientes de tensões para uma condição crítica de lançamento, indicando que o projeto estrutural da cadeira estava superdimensionado. Com isso, futuras otimizações da cadeira deverão ser efetuadas. A cadeira permitiu que o para-atleta realizasse adequadamente um padrão de movimentos adequados para a melhoria da sua performance do arremesso. Evidentemente, a melhoria desta performance através do aumento do alcance deverá ocorrer com os devidos treinamentos. Na sequência do trabalho pretende-se otimizar o projeto da cadeira tornando-a modular, reduzindo o seu peso e com novos apoios de perna.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio dos técnicos Valdico e Lazáro do Laboratório de Projetos Mecânicos Prof. Henner A. Gomide (LPM), à Faculdade de Engenharia Mecânica/UFU e as agências de fomento CNPq e FAPEMIG pelo suporte financeiro.

9. REFERÊNCIAS

- ABRADECAR - Associação Brasileira de Desporto em Cadeiras de Rodas, Amputados e Lês Autres, 2007, filiada ao Comitê Paraolímpico Brasileiro - CPB,
- ADAMS, R. C.; DANIEL, A. N.; CUBBIN, J.A.; RULLMAN, L. Jogos, Esportes e Exercícios para o Deficiente Físico. Tradução de Ângela G. Marx. São Paulo: Manole, 1985. 461p.
- BARTLETT, R. Princípios do lançamento. In: VLADIMIR, M. Z. Biomecânica no esporte. Performance do desempenho e prevenção de lesão. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. parte. 4. p. 340-357.
- IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. 2ª edição ver. e ampl. São Paulo, Edgard Blucher, 2005. 614p.
- IWAS - International Wheelchair & Amputee Sports Federation. Athletics Classification Rulebook 2005, filiada ao Comitê Paraolímpico Internacional.
- MAFRA, S. C. T.; PENA, M. T. da Silva.; MOREIRA, F. G. D; CAPOBIANGO, C. R. O levantamento antropométrico como forma de elaboração de projetos e produtos mais adequados aos usuários. O caso de crianças de 6 a 11anos-Viçosa-MG. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia, XIV, 2006, Curitiba. Anais... Curitiba: ABERGO, 2006. 1 CD- ROM.
- McGINNIS, PETER. M. Biomecânica do esporte e exercício. Tradução de Jacques Vissocky e Maria da Graça Figueiró da Silva. Porto Alegre: Artmed, 2002. 403p.

- Mello, M.T., 2002, "Paraolimpíadas Sidney 2000: avaliação e prescrição do treinamento dos atletas brasileiros", São Paulo: Atheneu.
- MULLER, H.; RITZDORF, W. Corre! Salta! Lança! ; Guia IAAF do ensino do atletismo. Santa Fé: IAAF Global Athletics, 2002, 211p.
- PANERO, J.; ZELNIK, M. Lãs Dimenciones Humanas em los Espacios Interiores: Estándares Antropométricos. México: G. Gili, 1998. 321p.
- PARALYMPIC SPIRIT. The Atlanta Paralympic Organizing Commitee and S. E. A. Multimedia Ltd. Israel., 1996.
- RIOUX, M.; CABERT, A. Human Rights and Disability: The International Contex. Journal on Developmental Disabilities. 2003, v.10. n. 2, p. 1-15. 2003.
- SANTOS, S. S. dos. ; GUIMARÃES, F. J. de Sá. P. Avaliação biomecânica de atletas paraolímpicos brasileiros. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Niterói, v. 8, n. 3, p. 92-98, Mai /Jun, 2002.
- STEADWARD, R. D.; PETERSON, C. Paralympics. Where heroes come. Canadá, 1997.
- VITAL, R.; ROSE, E. Henrique de. Informações sobre o teste de doping e o uso de medicamentos no esporte paraolímpico. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro. 2004. 48p.
- ZERNICKE, R. F.; WHITING, W. C. Mecanismos de lesão musculoesquelética. In: Biomecânica no esporte. Performance do desempenho e prevenção de lesão. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. parte 5. p. 397-408.
- WEINECK, J. Anatomia Aplicada ao Esporte. São Paulo. Editora Manole Ltda, 1990. 210 p.

Design of chair used for paralympic athletic in Shot Put

Elton Diêgo Bonifácio¹, eltonbonifacio@yahoo.com.br
Cleudmar Amaral de Araújo¹, cleudmar.araujo@yahoo.com.br
João Cícero da Silva¹, jcicerros@mecanica.ufu.br
Sílvio Soares dos Santos², silvio@ufu.br
Rogério Jose Maria Borges², rjborges@hotmail.com

¹School of Mechanical Engineering, Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160 - Campus Santa Mônica

²School of Physical Education, Federal University of Uberlandia, R. Benjamin Constant, 1286 – Campus Educação Física

Abstract: *Physical activity, especially nowadays, is an important means of maintaining health. In contrast, a sedentary lifestyle is a major risk factor for several chronic degenerative diseases. However, for physically disabled people are few types of equipment to aid for sport. Even for athletes, there is a paucity of studies and specific methods related to the sport. People with disabilities are athletes who have limited motor skills so that they are prevented from participating in official Olympics. In general, they may participate in other ways within the Paralympics Games, provided they are made numerous tests of motor function and the injury is properly classified. In particular, the procedures for casting weight may be used a special chair adapted to the athlete. It is observed that the structure of the chair is of fundamental importance in athletic performance. In order to enable the athlete to concentrate all his attention on the technique of the sport, not the balance we must maintain during the launch, as well as concern for the distress and safety, it is essential that this course meets the needs of the athlete. The aim of this work is the development of a chair adapted for paralympic athletes in terms of casting weight that is low cost, safe and conducive to maximum efficiency helps improve performance. Through the Anthropometry of volunteers, Paralympics athlete, the structural design of a new prototype wheelchair was evaluated using a numerical model of finite elements. The prototype was built and field analysis were made to better the casting weight performance. The data will be used in future works to structural optimization of throwing chair.*

Keywords: *shot put, athletes, finite elements, chair throwing, biomechanics.*