METODOLOGIA DE PROJETO ERGONÔMICO APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE BANCOS DE ARREMESSO DE ATLETAS PARALÍMPICOS BRASILEIROS

ERGONOMIC PROJECT METHODOLOGY APPLIED TO THE DEVELOPMENT OF THROWING FRAMES OF BRAZILIAN PARALYMPIC ATHLETES

METODOLOGÍA DE PROYECTO ERGONÓMICO APLICADA AL DESARROLLO DE BANCOS DE ARREMESO DE ATLETAS PARALÍMPICOS BRASILEÑOS

Carla Patrícia Guimarães
Instituto Nacional de Tecnologia (INT)
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
carla.guimaraes@int.gov.br

Marcio Ribeiro Oliveira
Instituto Nacional de Tecnologia (INT)
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
marcio.oliveira@int.gov.br

Marcos Garamvolgyi Silva
Instituto Nacional de Tecnologia (INT)
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
marcos.garam@int.gov.br

José Luiz Lamosa
Instituto Nacional de Tecnologia (INT)
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
jliz.lamosa@int.gov.br

Resumo. O objetivo do presente artigo foi apresentar e descrever a metodologia de projeto executada no desenvolvimento de cinco bancos de arremesso para atletas paralímpicos. O processo foi dividido em diferentes fases/etapas do projeto, que apesar de seguirem uma sequência lógica de desenvolvimento, incluem atividades executadas, simultaneamente. Os atletas e técnicos foram convidados a participar de reuniões técnicas junto ao grupo de pesquisa no INT. Essas reuniões técnicas foram realizadas ao longo de todo o projeto, de forma que houvesse interação dos atletas e respectivos técnicos com a equipe de projetos dos Laboratórios de Modelos Tridimensionais (LAMOT) e Laboratório de Ergonomia (LABER), da Divisão de Desenho Industrial, do Instituto Nacional de Tecnologia. Foram realizadas a captura de movimento e escaneamento a laser 3D e coleta de medidas antropométricas 1D de forma a fornecer informações aos projetistas da usabilidade do banco e dimensões antropométricas dos atletas. De posse dessas informações a equipe de projeto do LAMOT/DVDI desenvolveu alternativas de projetos que foram apresentadas aos atletas e técnicos sendo a escolhida a alternativa que permitia uma maior rigidez ao banco. Os atletas participaram de todas as etapas subsequentes de desenvolvimento do protótipo e testes finais em uso. A conclusão foi que a metodologia proporcionou uma estruturação lógica e compreensível do processo de desenvolvimento do produto para todos os atores envolvidos no projeto, mesmo oriundos de áreas de atuação diversas, e que, assim, puderam contribuir de forma harmônica e produtiva para o resultado final.

Palavras-chave: projeto ergonômico; banco de arremesso; atleta paralimpico; metodologia de projeto; usabilidade.

Abstract. The objective of this article was to present and describe the project methodology implemented in the development of five throwing frames for paralympic athletes. The process was divided into project different phases / stages, which, although following a logical sequence of development, include activities performed simultaneously. The athletes and technicians were invited to participate in technical meetings with the research group at INT. These technical meetings were held throughout the project, so that athletes and their technicians could interact with the project team of the Three-Dimensional Models Laboratories (LAMOT) and Ergonomics Laboratory (LABER) athe Industrial Design Division at the National Institute of Technology. 3D motion captured and laser scanning captured with 1D anthropometric measurements were collected in order to provide information to the bank usability designer and anthropometric dimensions of the athletes. With this information, the LAMOT / DVDI project team developed project alternatives that were presented to the athletes and technicians. The chosen project frame alternative allowed greater rigidity to the seat. Athletes participated in all subsequent stages of prototype development and final testing in use. The conclusion was that the methodology provided a logical and comprehensible structuring of the product development process for all the actors involved in the project, even from different areas of activity, and thus, could contribute in a harmonic and productive way to the final result.

Keywords: ergonomic design; throwing frames; paralympic athlete; project methodology; usability.

Resumen. El objetivo del presente artículo fue presentar y describir la metodología de proyecto ejecutada en el desarrollo de cinco bancos de lanzamiento para atletas paralímpicos. El proceso se dividió en diferentes fases / etapas del proyecto que, a pesar de seguir una secuencia lógica de desarrollo, incluyen actividades ejecutadas simultáneamente. Los atletas y técnicos fueron invitados a participar en reuniones técnicas junto al grupo de investigación en el INT. Estas reuniones técnicas se realizaron a lo largo de todo el proyecto, de forma que hubiera interacción de los atletas y respectivos técnicos con el equipo de proyectos de los Laboratorios de Modelos Tridimensionales (LAMOT), y de Ergonomía (LABER), de la División de Diseño Industrial, Instituto Nacional de Tecnología. Se realizaron la captura de movimiento y escaneado láser 3D y colecta de medidas antropométricas 1D

para proporcionar informaciones a los proyectistas de la usabilidad del banco y dimensiones antropométricas de los atletas. En posesión de esas informaciones el equipo de proyecto del LAMOT / DVDI desarrolló alternativas de proyectos que fueron presentadas a los atletas y técnicos siendo la elegida la alternativa que permitía una mayor rigidez al banco. Los atletas participaron en todas las etapas posteriores de desarrollo del prototipo y pruebas finales en uso. La conclusión fue que la metodología proporcionó una estructuración lógica y comprensible del proceso de desarrollo del producto para todos los actores involucrados en el proyecto, incluso oriundos de áreas de actuación diversas, y que, así, pudieron contribuir de forma armónica y productiva para el resultado final.

Palabras-clave: diseño ergonómico; banco de lanzamiento; atleta paralímpico; metodología de diseño; usabilidad.

INTRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Tecnologia através da Divisão de Desenho industrial já tem experiência no desenvolvimento de equipamentos para o desporto paralímpico desde a década de 80 e em especial com banco de arremesso paralímpico em projeto desenvolvido para ANDEF (Associação Nacional do Deficiente Físico/RJ) e o atleta Vanderson da Silva no ano de 2008. No ano de 2015, a Coordenadora Dr. Andrea Deslandes contemplada com projeto junto a FAPERJ em edital Inovação no esporte procurou o grupo de pesquisadores do INT para dar suporte na etapa de seu projeto que envolvia o desenvolvimento de cinco bancos de arremessos para atletas paralímpicos.

O Banco de Arremesso para atletas paralímpicos é um equipamento esportivo de alto desempenho com a função de dar suporte e manter o atleta fixado durante sua atividade esportiva. Há relação de causa e efeito entre a tecnologia adequada do banco com a melhoria da técnica desportiva do atleta [1,2].

O equipamento compreende, principalmente, uma estrutura rígida, de modo a suportar o peso do atleta e o esforço produzido no ato do arremesso e sistemas de fixação do atleta ao banco e ao solo. Alguns fatores devem ser considerados no desenvolvimento do banco de arremesso como: - parâmetros legais seguindo as diretrizes das regras do esporte, quanto à forma, dimensão, geometria, material da estrutura; o sistema de fixação do atleta ao assento, bem como de estabilização do banco ao solo; o apoio para pés; parâmetros de dimensionamento atendendo as características físicas de cada atleta e o tipo de amputação e consequente classificação quanto a mesma na competição e parâmetros referentes ao transporte e manutenção do equipamento.

A menos de dois anos dos Jogos Olímpicos de 2016, algumas regras referentes às dimensões, a forma do banco tanto quanto a fixação do atleta ao banco de arremesso, foram modificadas, o que introduziu alterações na técnica do próprio arremesso. O objetivo de tais modificações era minimizar qualquer ganho em potência no arremesso proporcionado pelas pernas no desempenho dos atletas [3,4].

Autores [5] apresentam que muitos técnicos e atletas utilizam o conhecimento da prática para o projeto dos bancos de arremesso, mas salienta a importância de desenvolvimento de equipamentos para atletas paralímpicos baseados na experimentação e com uso da tecnologia para o projeto.

A proposta deste artigo é descrever a metodologia de projeto de cinco bancos de arremesso que estão sendo utilizados nas competições nacionais e internacionais por para atletas brasileiros. Os equipamentos foram desenvolvidos considerando aspectos de usabilidade e biomecânica com auxilio de tecnologias digitais, como escaneamento a laser 3D e sistemas de captura de movimento. Constituindo-se das seguintes fases: 1 - Definição do Problema: definição do objetivo (Entrevistas e Reuniões Técnicas); 2 - Componentes do problema: desmembramento do problema para facilitar sua resolução (Entrevistas e Reuniões Técnicas); 3 - Coleta e Analise de Dados: suporte para desenvolvimento (Captura e Tratamento dos movimentos, das medidas antropométricas 1D e 3D dos atletas e equipamentos existentes, além, de pesquisa de similares); 4 - Criatividade, Experimentação, Materiais e Tecnologia: geração de alternativas (conceituação e experimentação virtual) 5 - Modelo: concretização das alternativas (desenvolvimento de protótipos intermediários); 6 - Verificações: validação e ajustes da solução final (Construção dos bancos e testes finais); 7 - Desenhos Construtivos: registros (artigos e desenhos construtivos finais).

METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa aplicada, descritiva e experimental. O processo foi dividido em diferentes fases/etapas do projeto, que apesar de seguirem uma sequência lógica de desenvolvimento, incluem atividades executadas, simultaneamente.

Quando da definição do grupo de atletas de arremesso que seriam contemplados com o desenvolvimento de um novo banco, ficou acertado em contato anterior com: a coordenadora do projeto Dr. Andrea Deslandes, o grupo de atletas, os técnicos de arremesso paralimpico e o grupo de pesquisa do INT que 05 atletas teriam seus implementos, Bancos desenvolvidos no projeto.

Os atletas selecionados foram: Roseane Ferreira dos Santos - idade: 46 anos, Classe F57; Márcio Lucas da Paz Martins dos Santos, idade: 18 anos, classe F 57, atleta paraescolar; Vanderson da Silva, 34 anos, classe F 56; uliana, idade 23 anos, F 57 e Rafael idade 27 anos, classe F 57.

Etapa de Entrevistas e Reuniões Técnicas

Os atletas e técnicos foram convidados a participar de reuniões técnicas junto ao grupo de pesquisa no INT. Essas reuniões técnicas foram realizadas ao longo de todo o projeto, de forma que houvesse interação dos atletas e respectivos técnicos com a equipe de projetos dos Laboratórios de Modelos Tridimensionais (LAMOT), e Laboratório de Ergonomia (LABER), da Divisão de Desenho Industrial, do Instituto Nacional de Tecnologia, Brasil. Também, participaram desta etapa, pesquisadores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e outros professores de Educação Física (representantes de entidades relacionadas aos atletas paralímpicos, como o Instituto SUPERAR e UNIMED).

Em uma primeira reunião, foram, coletivamente, entrevistados cinco atletas, três atletas que já competem no ranking nacional e internacional e dois atletas indicados como futuros potenciais no esporte, e seus respectivos treinadores Esse encontro teve o intuito de explicar aos atletas e aos técnicos como seria o processo de desenvolvimento do novo banco, assim como, o de obter informações relevantes sobre o uso, manutenção dos bancos existentes e entender as expectativas quanto ao novo equipamento para subsidiar o desenvolvimento da nova solução.

As principais observações dos atletas quanto à expectativa para o banco a ser desenvolvido recaíram sobre: a amarração do atleta junto ao assento de forma a impedir de se elevarem na execução do arremesso (pelas regras caso isso ocorra o arremesso é invalido); apoio para os pés com facilidade de amarração e fixação; facilidade no transporte do equipamento (peso, volume e robustez para evitar quebras e deformações durante o transporte)

Etapa de captura e tratamento das medidas antropométricas 1D e 3D

No Laboratório de Ergonomia, foram realizadas as medições antropométricas em 1D e 3D dos atletas. Para as medidas antropométricas tradicionais - 1D, foram usados antropômetros (marca GPM, Suíça). Com os antropômetros, foram coletadas medidas nas posturas clássicas de pé, sentada em banco regulável e no banco de arremesso, como: comprimento da perna, largura do quadril, comprimento nádega-popliteal, largura do pé, comprimento do pé.

Para a coleta de dados de antropometria de superfície (3D), os atletas foram escaneados utilizando escâner a Laser WBX de corpo inteiro da marca CYBERWARE (EUA) (Figuras 1 e 2). Inicialmente, marcadores foram afixados em pontos anatômicos do atleta. No escâner, o atleta foi posicionado em duas posturas uma de pé e outras duas sentadas no próprio banco antigo de arremesso. O objetivo deste escaneamento era gerar arquivos virtuais dos atletas no banco para a equipe de projeto coletar medidas antropométricas de cada atleta para serem aplicadas no novo banco de arremesso.



Figura 1

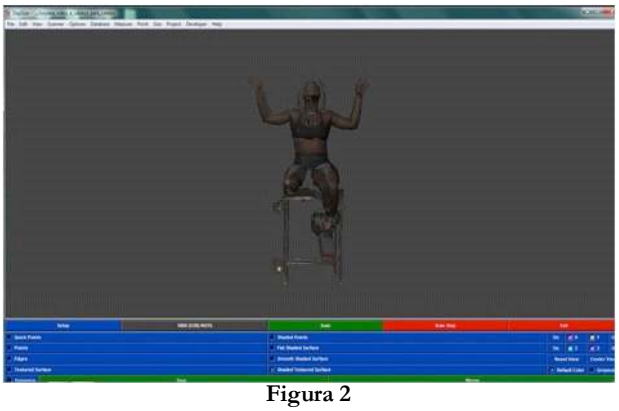


Figura 2

Figuras 1-2. Atleta escaneada junto ao banco e modelo virtual da mesma.

O arquivo escaneado foi transformado em arquivo PLY e depois, em OBJ, para, posteriormente, serem utilizados como modelo virtual em softwares como Rhinoceros 5.0 (Robert McNeel & Associates) pela equipe de projeto.

Escaneamento dos bancos dos atletas

Os bancos originais/antigos de cada atleta, também, foram escaneados para que os dados de dimensionamento fossem estudados pela equipe de projeto já como arquivos virtuais (Figura 3).

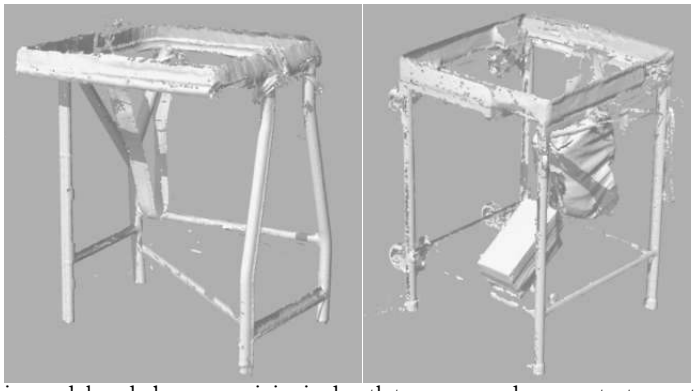


Figura 3. Dois modelos de bancos originais de atletas escaneados sem tratamento superficial.

Etapa de coleta e tratamento da captura dos movimentos

Para a análise cinemática do arremesso, foram utilizados dois tipos de equipamentos de captura de movimento. Primeiramente, foi utilizado um equipamento com sensores inerciais da (XsensBiomech, Enschede, Holanda), que possui 17 sensores inerciais que são acoplados ao corpo do indivíduo a ser analisado, com o uso de cintos (straps). Os sinais emitidos são capturados via wireless para sistema informatizado que processará as informações cinemáticas coletadas. Para o teste final, foi utilizado sistema óptico-eletrônico – SABIO (DVDI/INT).

Tais coletas iniciais ocorreram no local de treino dos atletas, na Vila Olímpica do Mato Alto (Rio de Janeiro-RJ). Essa etapa foi feita com os bancos originais/antigos dos atletas. Essa coleta gerou parâmetros de uso dos bancos pelos atletas em situação real de treinamento. Esses parâmetros foram utilizados para dimensionar esforços e propor melhorias relacionadas, principalmente, ao tipo e localização da fixação dos atletas nos bancos, bem como posição e forma da pedaleira de suporte da perna existente. A coleta inicial e a final foram realizadas com apenas 04 atletas.

Na coleta final com os protótipos funcionais, foram coletados os parâmetros descritivos de movimentação dos atletas nos novos bancos, assim como os resultados das fixações e adaptação dos atletas às propostas no novo banco. Essas coletas com os atletas e seus treinadores foram realizadas em locais distintos de treinamento utilizando-se um sistema de videocinematografia (Figuras 4 e 5).



Figura 4

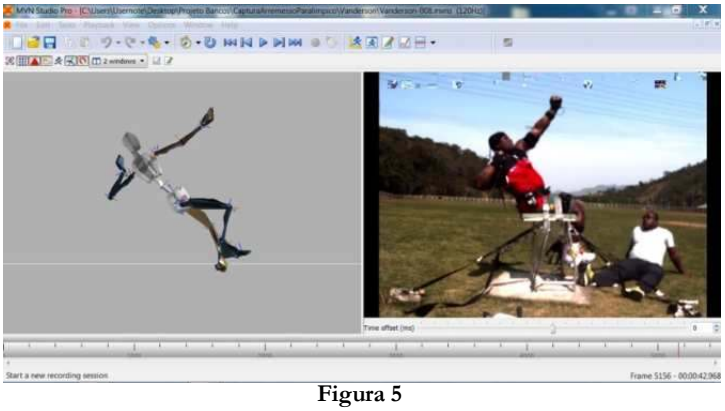


Figura 5

Figuras 4-5. Atleta instrumentado com sensores inerciais e sua imagem correspondente no software de captura de movimentos.

Para análise cinemática bidimensional dos movimentos com os bancos finais, foi utilizado o sistema videocinematografia constituído de uma câmera de vídeo Panasonic, que foi posicionada em ângulo de 90º com o campo de filmagem do atleta junto ao banco. Foi utilizado um calibrador para assegurar a perpendicularidade do sistema. Cada atleta foi analisado em posturas inicial e final de seus respectivos arremessos. O objetivo era visualizar a amplitude de movimento do tronco no plano sagital de cada atleta e verificar se as fixações dos atletas nos bancos estavam funcionando e se não havia movimentação do quadril que desclassificasse o arremesso (caso fosse uma competição real no esporte). As imagens foram, posteriormente, analisadas no próprio software do sistema SABIO (Figura 6).



Figura 6. Marcação dos segmentos corporais e ângulo do quadril durante a fase inicial do arremesso.

Na comparação da movimentação antes com o banco antigo e depois com o novo banco, verificou-se um ganho em amplitude de movimento do tronco no banco novo. O que também foi corroborado por depoimentos dos atletas em sua utilização. O ganho em amplitude variou entre os atletas. Em suas declarações os atletas sentiam-se mais seguros no banco novo na execução do arremesso, usando maior potencia.

Etapa de desenvolvimento do protótipo funcional

De posse dos dados dos modelos virtuais provenientes do escaneamento dos atletas, da captura de movimento de cada atleta e das anotações nas reuniões técnicas referentes ao uso de cada banco antigo dos atletas, foram elaboradas as primeiras premissas de projeto dos cinco modelos funcionais dos bancos de arremesso. Era prioritário que fosse desenvolvido um modelo de banco único para os atletas e uma amarração e apoios fossem feitos personalizados, a utilização de itens de mercado também era um aspecto desejável para facilitar a manutenção pelos atletas e permitir uma produção viável.

Dentre os aspectos mais desejados pelos atletas estavam a rigidez, a leveza e a facilidade de transporte do banco. Para a equipe de projeto, o equipamento deveria atender, principalmente, aos requisitos de rigidez, processos construtivos de pequena escala e sistema de fixação customizados para cada atleta.

Para a geração de alternativas, foram analisados bancos de arremesso de outros praticantes[6,7,9], dos antigos equipamentos dos atletas, além de pesquisar produtos com estruturas e funcionalidades similares.

Nessa fase, foram desenvolvidas alternativas de bancos em ambiente virtual, que interagiram com os modelos virtuais de atletas escaneados nas posturas de arremesso (Figuras 7 e 8). Esse recurso possibilitou a visualização da adequação dos equipamentos projetados e, até, contribuindo para correções e/ou geração de novas soluções.



Figura 7

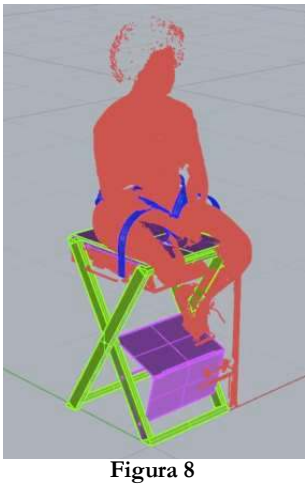


Figura 8

Figuras 7-8. Simulação virtual de propostas de novos modelos de banco.

Uma das alternativas de banco foi selecionada e a partir do arquivo virtual foram gerados desenhos de fabricação para construção de um protótipo, apresentado e experimentado em reunião com participação com os atletas e respectivos técnicos (Figura 9).



(a)



(b)

Figura 9 (a-b). Primeiro protótipo construído sendo apresentado e experimentado pelos atletas.

Etapa de Construção dos bancos e testes finais

Cinco protótipos foram construídos em um uma mesma empresa no Rio de Janeiro para facilitar as visitas dos atletas e técnicos nas provas intermediárias do produto e sua customização para cada atleta (Figura 10). Desta forma, as adaptações feitas na estrutura do banco, assento e apoio de pé foram executadas com o atleta experimentando o produto, para que pudessem utilizar o equipamento antes de aprovar o posicionamento e fixação dos elementos do banco.

Esse acompanhamento foi imprescindível para melhor atender as necessidades dos atletas, pois, devido ao treino intenso para as competições em ano olímpico, houve mudanças de medidas

antropométricas e de técnica de arremesso ao longo do tempo de projeto, que puderam ser incorporadas ao produto final. Foram necessárias mudanças na furação dos assentos para ajustes das amarrações a cada atleta, ajuste de posição de pedaleiras e até a incorporação de um poste de apoio ao arremesso, item descartado pelos atletas no momento de entrevista inicial.



Figura 10. Ajustes finos na customização dos bancos de arremesso durante o processo de construção: estrutura, amarrações, apoio de pé e apoio para mãos.

A Figura 10 mostra todos os ajustes finos na customização dos bancos durante a construção do produto. Após todos os ajustes realizados, os bancos foram entregues a cada atleta para serem utilizados no treinamento. Foi pedido a cada atleta e técnico que escrevesse considerações sobre o banco durante essa etapa de adaptação Cerca de duas semanas a equipe de projeto ia ao local de treinamento para verificar inadequações, analisar a questão cinemática e também a questão da rigidez.

A análise comparativa entre a rigidez do banco original e a do banco desenvolvido por esse projeto, foi realizada a coleta com o atleta de mais alto desempenho. Para tanto, foi utilizado o sistema CONFORMAT (TECSKAN), que consiste de um tapete de pressosensores (sensores de pressão) posicionado sobre o banco do atleta. Inicialmente, foi calibrado para a pressão em postura estática e, posteriormente, foi coletada a pressão enquanto a atleta executava movimentos de arremesso durante o treino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi apresentada inicialmente pela equipe de projeto do INT, uma alternativa de banco, cujo assento era rebatível visando uma redução dimensional durante o transporte. Além disso, preocupou-se com a solidez

estrutural do banco e as fixações do atleta no assento. Com o modelo preliminar (Figura 11), também foi possível avaliar o tipo de material no qual os bancos seriam confeccionados, posicionamento do pé e também validar o tipo de amarrações e material dos cintos para fixação dos atletas em seus respectivos bancos.

Considerando que, no exato momento do arremesso, cada micro deformação causada ao banco pelo esforço do atleta está determinando uma perda no desempenho do lançamento, a equipe de projeto optou por reduzir a espessura do acolchoamento e construir uma estrutura que pudesse oferecer o máximo de rigidez por unidade de peso. Por isso, tal estrutura foi confeccionada com base no conceito de treliça [9] com o modelo virtual construído em software AUTOCAD[1].

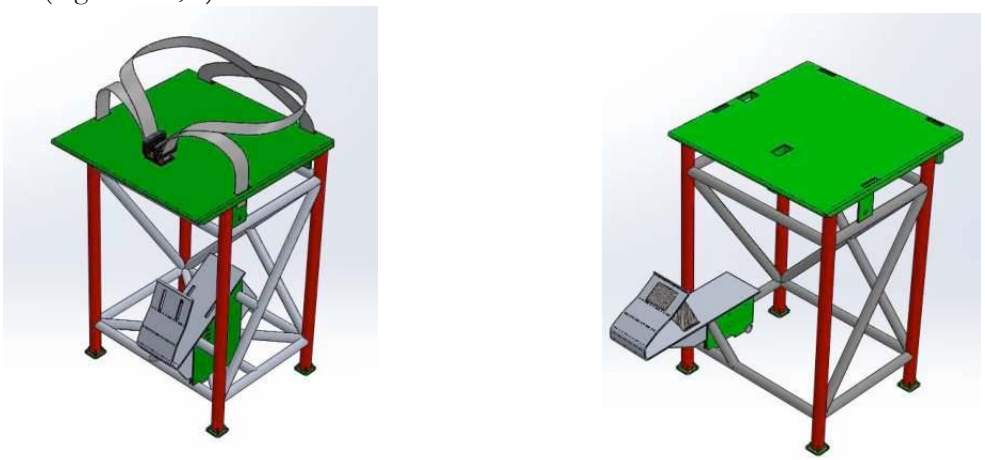
O sistema de apoio para o pé que foi sugerido e projetado visava atender, principalmente, a dois importantes requisitos: extrema rigidez e a maior área de apoio possível para o pé, proporcionando conforto e segurança para o atleta.

Foram feitos dois modelos em escala reduzida do banco (escala 1:10), em impressão 3D, na tecnologia de SLS (sinterização seletiva à laser), em nylon. Essas miniaturas serviram para apresentação do conceito formal, estrutural e construtivo entre a equipe de projetos e os demais integrantes do projeto.



Figura 11: Modelos impressos em 3D com e sem o conceito de treliça.

O projeto levava em conta a personalização dos equipamentos em função das características particulares de cada atleta. Sendo assim, o projeto consiste num suporte comum a todos, mas com dimensões ajustadas para cada usuário, tanto no processo de fabricação, quanto na fixação do mesmo na estrutura do banco. Os cintos, para fixação do atleta ao assento, tiveram seus pontos de fixação determinados em função da necessidade funcional de cada atleta, variando de equipamento para equipamento (Figura 12 a, b).



(a) **(b)**

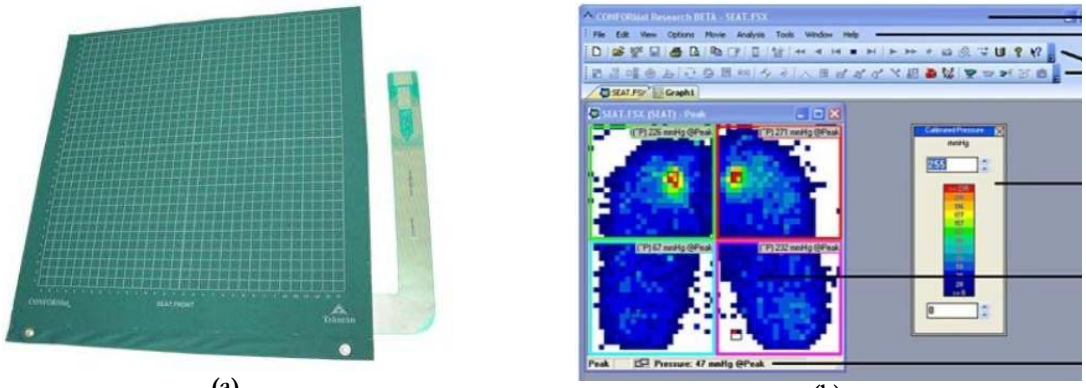
Figura 12 (a-b). Modelos virtuais de dois dos bancos à serem executados.

[1] AUTODESK, EUA.

Foi verificado que apesar dos atletas acreditarem que se sentiriam mais desconfortáveis com menos amortecimento nos assentos, a ancoragem/fixação firme no banco os deixaram mais à vontade para execução do movimento com maior amplitude, velocidade e potência.

Sem a preocupação constante com a elevação do quadril ao final do arremesso e o atleta pode dedicar sua concentração ao arremesso em si, ampliando sua movimentação e potencia, tendo um melhor desempenho final. As diferenças de magnitudes variaram em torno de 5 a 10 graus na amplitude do tronco no movimento de inclinação à frente (plano sagital). Pela contagem do tempo, verificou-se que o atleta com o banco novo produzia uma maior velocidade e potencia no arremesso.

Também no comparativo de um dos bancos novos com o banco antigo, de uma das atletas, verificou-se que realmente a estrutura do banco novo garante uma maior rigidez, ou seja, não há perda de impulsão do arremesso para a estrutura, o que garante um maior impulso ao implemento. Observar a dispersão da pressão em uma área maior no banco antigo e no banco novo uma maior pressão em uma área menor o que garante maior rigidez. Para isso foi utilizado o sistema CONFORMAT - da empresa Teckscan (EUA) que se caracteriza por se um tapete de pressosensores para ser colocado sobre o assento. (Figuras 13a-b, 14 e 15).



(a) (b)

Figura 13 (a-b). Tapete de pressosensores e software de captura dos dados de pressão.



Figura 14. Captura de Pressão no Assento Banco Antigo.

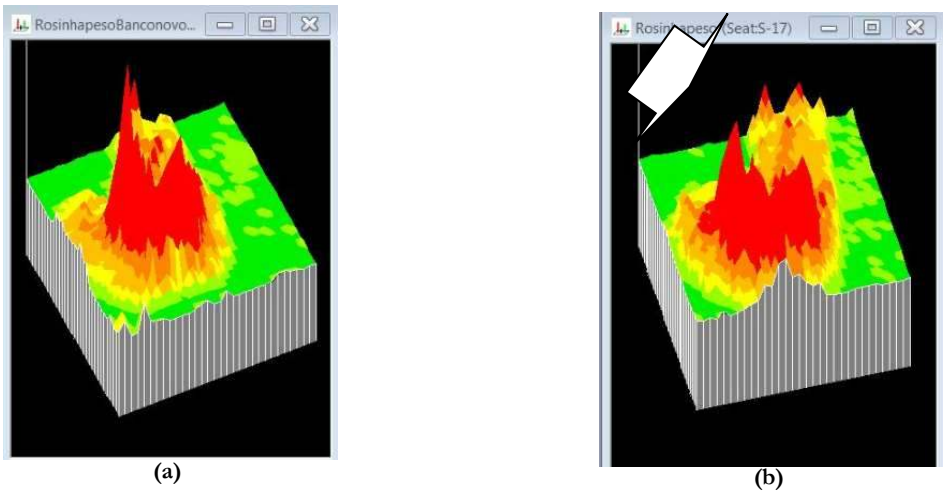


Figura 15 (a-b). Mapa de pressão do banco novo e do banco antigo.

Outra questão importante refere-se ao conforto da perna que fica presa na pedaleira. Na Figura 18, podemos observar alguns picos de pressão indesejáveis na região de contato entre a perna (região popliteal) o assento no banco antigo, o que pode levar a um maior desconforto (seta branca) durante o treinamento e arremesso e interferir no desempenho. Os bancos foram projetados para a profundidade nádega-joelho de cada atleta, mas a interação da região popliteal do atleta com as bordas do banco dependem do posicionamento da pedaleira e fixação dos pés do atleta na mesma.

Pesquisadores [8,10] discutem que a análise biomecânica tem importância na minimização dos riscos provenientes da técnica de execução e da interação do corpo do atleta com os equipamentos ou parte deles, de forma a reduzir a possibilidade de lesões, concernentes aos limites de tolerância de cada atleta e as características das cargas aplicadas aos tecidos nas regiões de contato entra áreas corporais do atleta e o equipamento.

CONCLUSÃO

O objetivo do presente artigo foi apresentar a metodologia de projeto utilizada no desenvolvimento de 05 bancos de arremesso paralímpico em projeto coordenado pela Dr. Andrea Deslandes. Salientamos que tanto atletas como técnicos, foram unanimes em pontuar os bancos novos fornecidos para os atletas, como muito superiores em termos de suporte e conforto aos bancos antigos utilizados pelos atletas promovendo segurança e precisão aos arremessos. A metodologia proporcionou uma estruturação lógica e compreensível do processo de desenvolvimento do produto para todos os atores envolvidos no projeto, mesmo oriundos de áreas de atuação diversas, e que, assim, puderam contribuir de forma harmônica e produtiva para o resultado final. Também pontuamos que foi dado suporte a todos os atletas na questão da resolução de inconsistências que os bancos apresentaram em sua utilização cotidiana nos treinamentos e competições. Essa etapa de validação foi importante para a realização de ajustes nos protótipos, além de ressaltar os pontos fortes dos bancos desenvolvidos. Ressaltamos também que o banco novo foi utilizado por uma das atletas na Paraolímpica do Rio de Janeiro em 2016.

REFERÊNCIAS

[1] BURKETT, B. Technology in Paralympic sport: performance enhancement or essential for performance? British journal of Sports medicine.44:215–20, 2010.

[2] LAFERRIER, J.Z; RICE, I;PEARLMAN, J; SPORNER, M.L; COOPER, R; LIU, T. Technology to improve sports performance in wheelchair sports. Sports Technology [Internet]. 2012;5(1-2):4–19. Disponível em: < http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/ 19346182.2012.663531\nhttp://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19346182.2012.663531\nhttp://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/ 19346182.2012.663531 > Acessado em 14/02/2017

[3] International Paralympic Committee. Athletics Rules and Regulations 2014-2015 [Internet]. 2014 [cited 2016 Jul 28]. Disponível em: https://www.paralympic.org/sites/default/ files/ document/140715162521888_2014_01%2Bipc%2Bathletics%2Brules%2Band%2Bregulation%2B2014-2015_final%2B2014-2.pdf >Acessado em: 14/02/2017

[4] Paralympic Committee. Rules and Regulations 2014-2015 Amendment_2 [Internet]. 2014 [cited 2016 Jul 28]. Disponível em: https://www.paralympic.org/sites/default/files/ document/140718161947747_2014_07_18_2014-2015+Rule+Book+Amendment+2 _Overview.pdf > Acessado em: 14/02/2017

[5] ABREU, C.L.G. DE FREITAS, D.G. DE BORGES, R.J.M, ARAÚJO, C.A. Projeto de um banco para a modalidade paralímpica de arremesso de peso. In: POSMEC 2014 – Simpósio do Programa de Pós -Graduação em Engenharia Mecânica [Internet]. Uberlândia - MG; 2014 [cited 2016 Aug 24]. p. 1–4. Disponível em: http://www.swge.inf.br/PDF/POSMEC2014-0007_16652.PDF> Acessado em:14/02/2017

[6] MUNARI, B. Das Coisas nascem Coisas. Ed. Martins Fontes, São paulo, 2002

[7] FROSSARD, L. Performance dispersion for evidence-based classification of stationary throwers. Prosthetics and Orthotics International.;36(3):348–55, 2012.

[8] FROSSARD, L, O'RIORDAN, A, GOODMAN, S. Applied biomechanics for evidence-based training of Australian elite seated throwers. In: Higgs, C, Vanlandewijck, Y (eds) Sport for persons with a disability. International Council of Sport Science and Physical Education 'Perspectives' series. Berlin: ICSSPE, 2005, pp. 175–198. Google Scholar

[9] GRINDLE, G.G.; DELUIGI, A.J.; LAFERRIER, J.Z.; COOPER, R.A. Evaluation of Highly Adjustable Throwing Chair for People with Disabilities. Assistive Technology [Internet]. Taylor & Francis Group ; 2012 Dec [cited 2016 Aug 24];24(4):240–5. Disponível em: Http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10400435.2012.659835 >acessado em:14/02/2017

[10] CURRAN, S.; FROSSARD, L. Biomechanical analyses of the performance of Paralympians: From foundation to elite level.. Prosthetics and Orthotics International. 36 (3). p 380-395. http://poi.sagepub.com/content/36/3/380, 2012.

MINI BIBLIOGRAFIA



Carla Patrícia Guimarães (carla.guimaraes@int.gov.br)
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7835-5122

Bolsista de Produtividade, tecnologista senior do Instituto Nacional de Tecnologia, Membro fundador e colaborador internacional -do Grupo WEAR - World Engineering Anthropometric Research. Possui graduação em Licenciatura em Educação Física e Desportos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1987), mestrado em Biociências da Atividade Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1994) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002). Atualmente coordena o CEMOV - Centro de Estudo do Movimento - Laboratório de Biomecânica instalado na Vila Olímpica da Mangueira/RJ. Tem experiência na área de Educação Física, com ênfase em Ergonomia, Biomecânica e Antropometria, atuando principalmente nos seguintes temas: ergonomia, biomecânica aplicada ao desporto, biomecânica ocupacional, antropometria tradicional e 3D, simulação virtual, envelhecimento e tecnologia assistiva. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/0505874479604126



Marcio Ribeiro Rodrigues de Oliveira (marcio.oliveira@int.gov.br)
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0408-944X

Tcnologista do Instituto Nacional de Tecnologia e Chefe da Divisão de Desenho Industrial. Possui mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005). Tem experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em desenho industrial e impressão 3D.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/2726604452859923



Marcos Henrique Garamvölgyi e Silva (marcos.garam@int.gov.br)
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5387-7047

Mestre em design sustentável, possui especialização em gestão de produtividade e qualidade, além de graduação em desenho industrial. Acumulou experiência profissional em diversas empresas, cursos que lecionou, congressos e concursos que participou, enfatizando sua atuação nas áreas de design social, design para sustentabilidade, embalagem e impressão 3D no Instituto Nacional de Tecnologia, onde hoje é servidor público.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/3954209373937224



José Luiz Lamosa Pereira (jliz.lamosa@int.gov.br)
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4477-9074

Tecnologista Pleno do Instituto Nacional de Tecnologia.Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1983). Tem experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em Desenho de Produto.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/7903328338053374