

CADEIRA PARA REMO ADAPTÁVEL

Laurence Vinícius Nakatu

laurence.nakatu@gmail.com

Rubens Kazuto Tsukamoto

rubenskazuto@yahoo.com.br

Resumo. Este trabalho visa o projeto e a fabricação de uma cadeira para remo adaptável destinada ao uso de atletas portadores de deficiência física. A proposta do projeto consiste em elaborar uma estrutura resistente, versátil e de facilidade de uso em diversas categorias do esporte. A abordagem do problema conduziu à escolha de uma estrutura que abrangesse os requisitos mínimos exigidos pelos atletas nos quesitos conforto, segurança e desempenho. Assim, foi desenvolvida uma estrutura básica composta pela base, encosto e dispositivo de ajuste. O item do projeto que o torna versátil e prático é a desmontagem da cadeira para adaptá-la ao tipo de categoria em questão, que será permitida pela construção de uma base em módulos.

Palavras chave: Cadeira para remo adaptável, banco para remo adaptável, remo adaptável, remo Paraolimpíada.

1. Introdução

A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que cerca de 10% da população dos países em desenvolvimento é constituída por pessoas com algum tipo de deficiência. No Brasil, o Censo 2000 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), revelou existirem 24,6 milhões de pessoas de pelo menos uma das deficiências investigadas, o que corresponde a 14,5% da população, que era de 169,8 milhões. Só na cidade de São Paulo são mais de um milhão. O tipo de deficiência, segundo o IBGE ficou distribuído conforme Tab. (1) a seguir:

Tabela 1 – Tipo de deficiência investigada.

	População (%)	Nº de habitantes (em milhões)
Mental	1,24	2,09
Física	0,59	0,99
Auditiva	2,42	4,08
Visual	6,97	11,77
Motora	3,32	5,6
Total	14,5	24,5

Dados IBGE censo 2000

Assim, os dados revelam que de cada 100 brasileiros, no mínimo 14 apresentam alguma limitação física ou sensorial. Trata-se de um número significativo e expressivo. No entanto, a dura realidade omite esses cidadãos da sociedade sem informar as condições a que são submetidos. Foram milhares de reivindicações para que o IBGE incluísse nos questionários do censo um item específico dos PPD's (Pessoas Portadoras de Deficiências). Por fim não deixa de ser um passo para melhoria de vida dessas pessoas que apresentam deficiência, deficiência que muitas das vezes são erroneamente interpretadas como falta de capacidade. Sobretudo são pessoas que também possuem perspectivas de melhores condições de vida, têm direitos ao lazer, saúde, educação e democracia.

Será árduo o processo de inclusão social da maioria (e por quê não de toda a parcela) das pessoas portadoras de deficiência. Entretanto, um meio que está bem difundido atualmente é através do esporte, onde o deficiente mostra que é capaz de superar certas limitações. Assim, este projeto visa desenvolver e construir um protótipo de um banco para remo adaptável, para a utilização por deficientes físicos, tanto em treinamentos como em competições de grande importância como a Paraolimpíada.

Em parceria com a USP, que cede o espaço na Raia Olímpica, poderá ser feita a avaliação do protótipo, assim como as possíveis melhorias. Há, basicamente, três classes no remo adaptável e são divididos de acordo com a "mobilidade" do atleta: A – atletas capazes de utilizar os braços para as remadas; TA – atletas capazes de utilizar os braços e tronco para as remadas e LTA – atletas capazes de utilizar os braços, tronco e pernas para as remadas.

Os atletas de destaque do remo adaptável são: Cláudia Cícero dos Santos – categoria A, Silvan Marcena Braga – categoria TA e Maria Liduína Patrício de Souza – categoria LTA.

Em vista disto, a proposta deste trabalho é identificar e solucionar as principais dificuldades encontradas pelos deficientes físicos nos bancos tradicionais, permitindo dessa maneira um maior desempenho por parte deles.

Com a construção de um protótipo, poder-se-á realizar pequenas melhorias de projeto para que o banco venha a ter uma evolução tecnológica atendendo as necessidades dos atletas.

2. Estudo de viabilidade

Após a constatação da necessidade, esta foi relacionada com aspectos anatômicos, técnicos e de bem-estar (aumento da auto-estima e satisfação em saber que o atleta deficiente físico possui espaço) para definir se o projeto seria viável ou não a partir das seguintes conclusões:

- O produto satisfaz a necessidade real de suprir a falta de conforto dos bancos atuais;
- Partindo do estudo da necessidade e fundamentando na pesquisa realizada, constatou-se a exigência dos atletas em melhorias do assento para melhor desempenho nos treinos e competições;
- Verificou-se, também, a necessidade de bancos individuais ou personalizados para que haja independência de treinamento, livrando-se da espera em desocupar a cadeira adaptável;

A escolha de uma das alternativas de soluções foi por meio de matrizes de decisões (vide exemplo na Tab. (1)) divididas entre o tipo do encosto, dispositivo para ajuste de inclinação do encosto, assento, fixação no trilho, material da estrutura e item de segurança. Para cada item de um desses grupos citados foi atribuído um peso, ponderando com a nota dada de acordo com as necessidades dos atletas levantadas em enquete (Anexo), disponibilidade e facilidade de fabricação e custo.

A solução é composta de diversos módulos. O primeiro módulo descrito é o **Encosto**, cuja inclinação terá três níveis de ajuste para melhor conforto do atleta. Serão posições pré-definidas durante o projeto e invariáveis. Seu ajuste será condicionado pelo dispositivo apresentado no módulo 2, **Dispositivo para ajuste da inclinação do encosto**. A escolha do dispositivo foi determinada pela simplicidade de fabricação do mecanismo e de adaptá-lo à cadeira do remo, além de proporcionar facilidade quanto ao seu uso por parte dos atletas. Seu funcionamento e fabricação serão detalhados na fase do projeto.

O módulo seguinte, **Assento**, consiste num assento utilizado em cadeiras de roda.

A **Fixação da cadeira nos trilhos**, outro módulo, será feita por meio de um pino que se encaixará nos furos dos trilhos e manterá a posição fixa. Na necessidade de ajuste da posição, basta levantar o pino e a cadeira estará livre para deslizar sobre o trilho até a posição desejada.

Dando continuidade, o módulo que trata do **Material** para a estrutura designou a escolha pelo aço. Ponderando o custo e resistência, sua escolha é satisfatória.

Para finalizar, o **Item de segurança** tratado no último módulo apontou ser mais eficiente um cinto de velcro, dada a sua facilidade de uso caso o atleta se encontre em situação de risco, como um eventual tombo do barco.

Tabela 1. Exemplo de matriz de decisão adotada para escolha de solução.

MATRIZ DE DECISÃO									
NECESSIDADES	PESO (P)	ALTERNATIVAS							
		1) ITEM							
		a		b		c		d	
		NOTA (N)	NxP	NOTA (N)	NxP	NOTA (N)	NxP	NOTA (N)	NxP
Conforto	4								
Segurança	5								
Durabilidade	3								
Confiabilidade	4								
Versátil	4								
Fácil (des) embarque	3								
Fácil (des) montagem	3								
Fácil utilização	3								
Forma agradável	2								
Baixo peso	3								
Pouca manutenção	3								
Baixo custo fabricação	4								
Facilidade fabricação	4								
Soma									

3. Projeto

O custo do protótipo é de R\$ 3.355,00. Sendo deste montante R\$ 2.800,00 (dividido em R\$ 2.500,00 para processo de fabricação e R\$ 300,00 para matéria-prima) destinado à Jaguaré Protótipos Ltda. e R\$ 555,00 para a compra do assento.

Após a seleção da solução foi possível definir que o banco será projetado para poder ser utilizável nas categorias A e TA atendendo dessa forma um maior número de atletas. Cada classe tem um limite de elegibilidade, baseado no tipo de deficiência e no grau de comprometimento, mas não há regra que proíba um remador mais incapacitado de competir numa classe menos incapacitada.

3.1. Desenvolvimento do projeto

O projeto foi dividido em quatro diferentes grupos a fim de facilitar a compreensão de cada um deles. Os grupos são subdivididos em:

- Sistema estrutural;
- Assento;
- Fixação trilho-banco;
- Dispositivos para ajuste.

É importante ressaltar que o projeto foi desenvolvido baseado no conceito de utilização do maior número possível de peças já existentes no mercado. Dessa forma, algumas dimensões foram definidas de acordo com o que os fabricantes disponibilizam no mercado.

Para se ter uma visão inicial do projeto o desenho de conjunto apresentado na Fig. (1) pode facilitar o entendimento e a localização dos diferentes grupos.

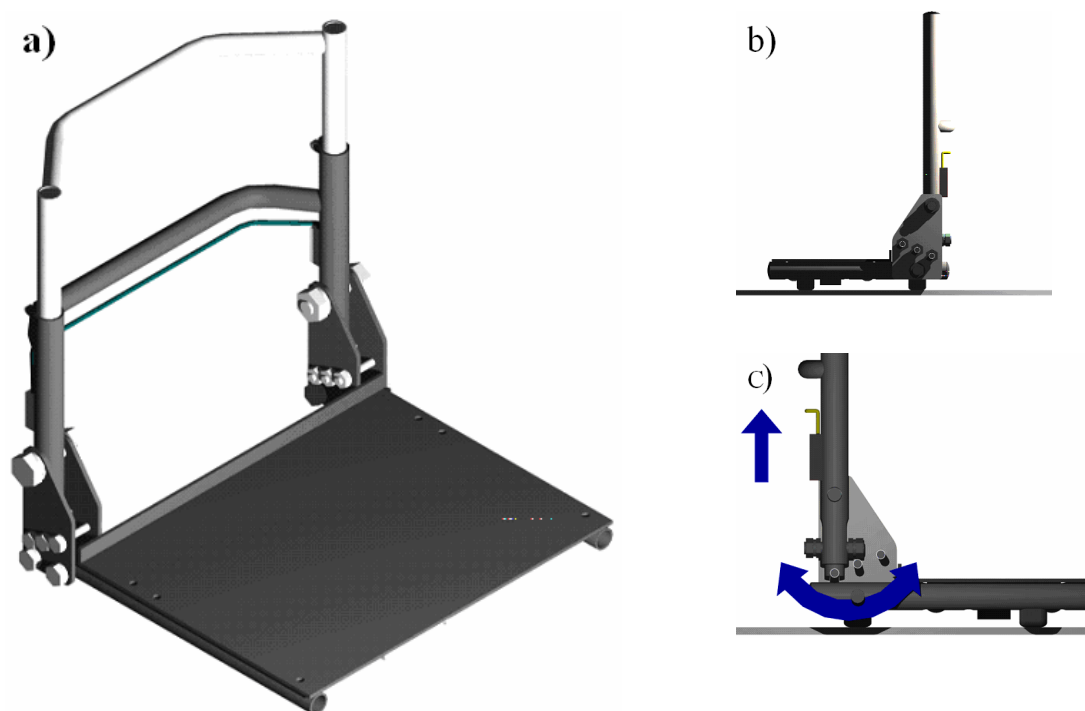


Figura 1. a) Desenho de conjunto; b) Encosto e base; c) Dispositivo de ajuste do encosto.

3.1.1. Sistema estrutural

Basicamente o sistema estrutural do banco pode ser composto por duas partes: a base e o encosto. A base é composta por duas barras principais paralelas entre si, conforme Fig. (2a), dispostas no sentido longitudinal do banco, sendo que há um acoplamento para fixação do encosto, conforme Fig. (2b). Outras duas barras paralelas entre si, dispostas no sentido transversal da cadeira são soldadas com as barras principais e permitirão a união entre o banco e o trilho. E sobre a estrutura da base será fixada uma chapa, onde vai o assento.

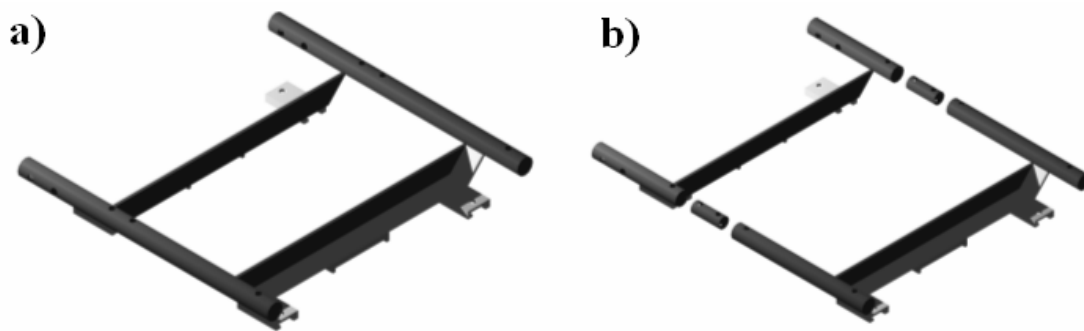


Figura 2. a) Base; b) Detalhe da estrutura da base.

As barras longitudinais possuem 25mm de diâmetro externo com 2mm de espessura e 385mm de comprimento (detalhes na Fig. (3)) com furos passantes para permitir a fixação do encosto e a união entre a chapa e a estrutura da base através de parafusos (fendas simples) e porcas do tipo borboletas. O uso desses tipos de parafusos e porcas permitirá que a chapa e a estrutura da base possam ser separadas facilmente, dessa forma os atletas poderão, por exemplo, mudar a configuração do barco da categoria A para TA ou vice-versa.



Figura 3. Dimensões principais da base.

Na parte posterior será fixada a estrutura do encosto através de placas de articulação. A estrutura do encosto é composta por duas barras verticais unidas por outra no sentido transversal à cadeira, onde a união é através da soldagem, conforme Fig. (4), a seguir:

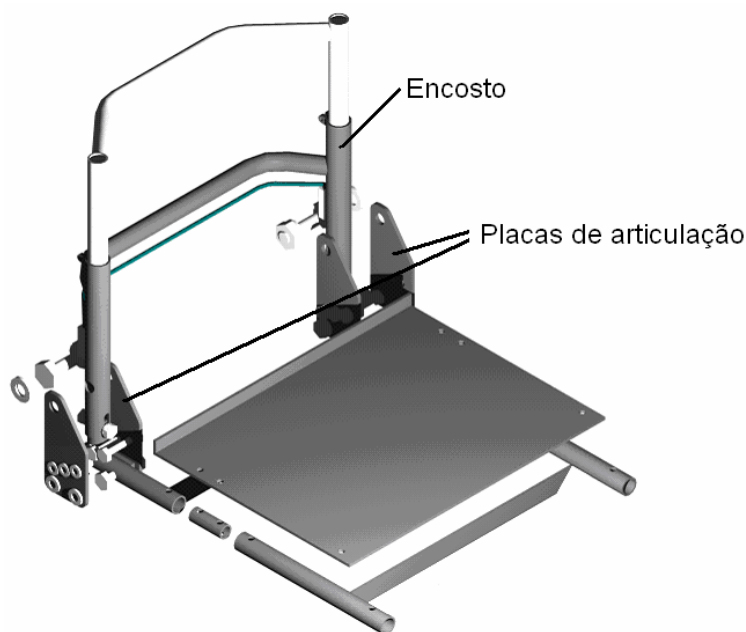


Figura 4. Encosto e placas de articulação.

Com base nas necessidades dos atletas, as dimensões do encosto ficaram conforme Fig. (5), a seguir:

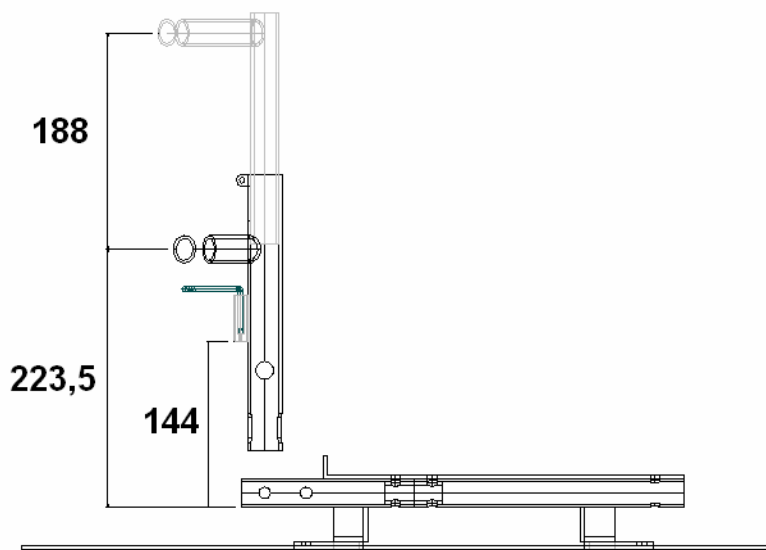


Figura 5. Dimensões do encosto.

3.1.2. Assento

O assento é um item de grande importância por proporcionar conforto aos atletas. Foi selecionado um assento fabricado por camadas de espumas e gel, podendo ser revestido externamente por um outro material. Suas dimensões são: 410mm de largura, 314mm de comprimento e com a altura natural de 100mm (exemplo na Fig. (6)).

Hoje, alguns modelos de cadeiras de rodas utilizam esse tipo de assento permitindo também que cada usuário sinta o máximo de conforto. A diferença do assento utilizado nessas cadeiras de rodas e o do projeto está nas dimensões, dado que a cadeira para remo é menor, pois se limita pelo tamanho disponível no barco.



Figura 6. Exemplo do assento.

As dimensões do assento são similares aos de um banco utilizado por atletas da categoria LTA. Por isso, com essas dimensões não seria possível a adição de um cinto de segurança para as pernas. Para solucionar esse problema, e visando maior segurança para os atletas das categorias A e TA, com dificuldades nas pernas, pode-se optar por um modelo com um cinto para as pernas como na Fig. (7), abaixo:

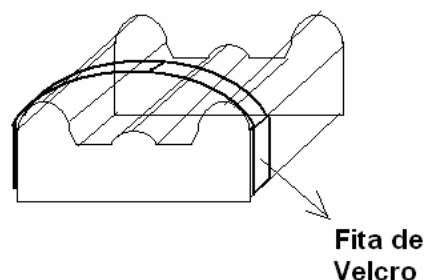


Figura 7. Assento para atletas das categorias A ou TA.

Sob o assento se localiza uma chapa de alumínio com 4mm de espessura com a mesma dimensão de um assento sem o cinto de segurança nas pernas, ou seja, de 410 mm por 310 mm. A parte traseira da chapa sofrerá uma dobra de 90 graus, essa altura de 20mm serve para impedir o deslocamento do assento no momento de maior esforço do atleta.

A função da chapa será a de suportar a carga (peso do atleta) junto com a estrutura da base e, além disso, permitir a união entre o molde com o banco.

3.1.3. Fixação trilho-banco

Conforme Figura (8) haverá um parafuso que se prende à barra da estrutura da base e encaixa num dos furos do trilho. Como os trilhos montados no barco utilizado para treino não apresentam distância padrão em relação a outros barcos adaptados, decidimos por fazer um “rasgo” oblongo para que o ajuste ao trilho fosse obtido.

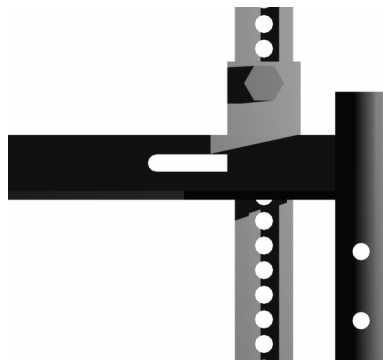


Figura 8. Fixação da cadeira ao trilho.

3.1.4. Dispositivo de ajuste

Para atender as necessidades dos atletas que se queixavam do encosto que era incômodo e, eventualmente, limitava no momento da remada, sugerimos um dispositivo que é apresentado na Fig. (9). Seu funcionamento é bem simples: ao acionar o puxador o parafuso sobe, pois é ligado ao mesmo por um cabo de aço; essa ação permite liberar a fixação do pino de regulagem e escolher a posição desejada, já que o encosto pode girar devido ao pivô; escolhida a posição, o parafuso retorna por meio da ação de uma mola (Fig. (10)).

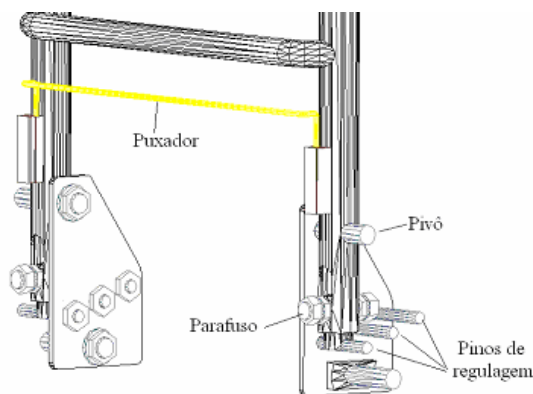


Figura 9. Elementos do dispositivo de ajuste.



Figura 10. Mola que força o travamento no pino de regulagem.

4. Configurações

Figura (11) – Configuração 1: para os atletas que praticam e competem na categoria A (só braço), as cadeiras devem ser fixas e o uso do encosto é obrigatório.

Encosto: o atleta poderá regular a inclinação do encosto de acordo com o seu perfil.

Assento: fixado na chapa através da união de fitas de velcro e a união entre a chapa e estrutura base será através de parafusos e porca do tipo borboleta.

Trilho: o banco será fixado no trilho, pois nessa categoria não é permitido o movimento deslizante.

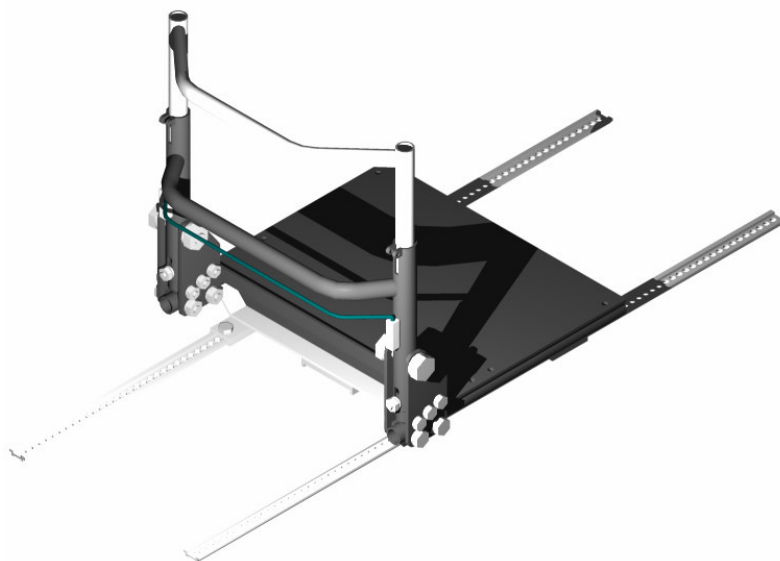


Figura 11. Configuração para categoria A.

Figura (12) – Configuração 2: para os atletas que praticam e competem na categoria TA, (braço e tronco), as cadeiras devem ser fixas e sem o uso do encosto.

Encosto: retirado.

Assento: fixado na chapa através da união de fitas de velcro e a união entre a chapa e estrutura base será através de parafusos e porca do tipo borboleta.

Trilho: o banco será fixado no trilho, pois nessa categoria não é permitido o movimento na horizontal.

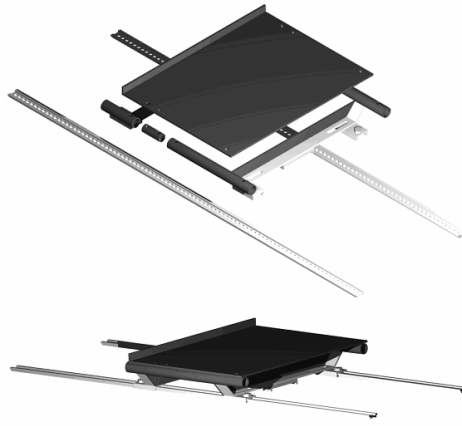


Figura 12. Configuração para categoria TA.

5. Cálculos

5.1. Cálculo da deformação da chapa

Considerando a massa do atleta ($M = 80 \text{ kg}$) se distribua uniformemente para toda a área da chapa e sabendo que o módulo de elasticidade do alumínio é $E=69 \text{ GPa}$ e o coeficiente de Poisson é $\nu=0,34$ (para alumínio). Além disso, sabemos que a chapa será submetida a tensão normal no eixo x, devido a força peso do atleta, e, também, estará sujeito a uma tensão cisalhante, no eixo y, devido a força de reação do atleta no movimento de remada. Assim,

$$\sigma_x = \frac{P}{A} = \frac{784}{0,095} = 8252,63 \text{ N} / \text{m}^2 \quad (1)$$

Para a determinação da força no eixo y, foi utilizado um remergômetro, no qual um atleta simulou as remadas. Os dados obtidos foram: W (potência média) = 82 W , d (distância percorrida) = 119 m e t (tempo) = 41 s

Devido a uma margem de segurança vamos considerar que a potência média obtida foi de $W = 150 \text{ W}$.

Dessa forma,

$$F_y = \frac{W}{V} = \frac{W}{\left(\frac{d}{t}\right)} = 51,68 \text{ N} \quad (2)$$

$$\tau_{yz} = \frac{F_y}{A} = \frac{51,68}{0,095} = 544 \text{ N} / \text{m}^2 \quad (3)$$

Conforme Figura (13), sabe-se que a variação da espessura ocorre apenas devido a tensão em x. Portanto,

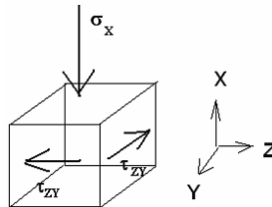


Figura 13. Elemento infinitesimal e esforços atuantes.

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} \cdot [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)] = 3,98 \times 10^{-8} \quad (4)$$

A variação da espessura é da ordem de 10^{-7} , concluindo que a variação das dimensões da chapa de aço pode ser considerada desprezível para efeito de projeto.

5.2. Cálculo da tensão cisalhante sobre parafusos

Considerando o material do parafuso o aço carbono, SAE1010, laminado a quente, sabe-se que seu limite de escoamento é $\sigma_e = 180 \text{ MPa}$. Portanto,

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_e}{\sqrt{3}} = 103,92 \text{ MPa} \quad (5)$$

Utilizamos 4 parafusos (padrão ISO), com diâmetro maior $d=12,0\text{mm}$, diâmetro menor $d_r=9,85\text{mm}$ e passo $p=1,75\text{mm}$. Como calculado anteriormente, $F_y=51,68\text{N}$ e, por medida de segurança, considera-se que todos os parafusos serão submetidos a essa força. A área sob cisalhamento de rasgamento para um filete de rosca é a área do cilindro com diâmetro menor d_r .

$$A = \pi \cdot d_r \cdot w_i \cdot p \quad (6)$$

Onde $w_i=0,80$ (rosca tipo UNS/ISO)

Dessa forma, a tensão de cisalhamento para rasgamento de rosca no parafuso é:

$$\tau_{adm} = \frac{F_{adm}}{A} \rightarrow F_{adm} = \tau_{adm} \cdot A = 1,51 \text{ kN} \quad (7)$$

Como $F_y \leq F_{adm}$, não há problema quanto ao uso dos parafusos.

6. Agradecimentos

Agradecemos à Escola Politécnica da USP, ao Sr. Renato Correa Baena e Sra. Eliana Mutchnik da SEPED (Prefeitura do município de São Paulo), à Federação Paulista de Remo, ao Prof. Dr. Linilson Rodrigues Padovese, ao Sr. José Paulo Sabattini do Clube Pinheiros, à Sra. Mara Cristina Gabrilli (ONG PPP), à Confederação Brasileira de Remo (em especial ao Sr. Rodney Bernardo de Araújo e Sr. Júlio Noronha), aos professores Ricardo e Christian (Raia Olímpica da USP), ao Sr. Antônio Carlos Osse (Companhia da Canoagem), ao Prof. Dr. Marcos Barreto da FDTE, ao banco Nossa Caixa S/A (em especial ao Sr. Mário Sérgio, do departamento de marketing, pelo apoio financeiro), a nossa orientadora Profa. Dra. Izabel Fernanda Machado pela paciência em nos atender para discutir sobre o andamento do trabalho e aos atletas que tiveram grande contribuição e participação no desenvolvimento do projeto.

7. Bibliografia

Kaminski, P.C., 1999, "Desenvolvendo Produtos com Planejamento Criatividade e Qualidade", Ed. LTC, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 10-90.
Norton, R.L., 1992, "Design of machinery", Ed. McGraw-Hill, Nova York, Estados Unidos.
Timoshenko, S., Gere, J. M., 1994, "Mecânica dos sólidos", Ed. LTC, Rio de Janeiro, Brasil.

8. Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no trabalho.

CHAIR FOR ADAPTIVE ROWING

Laurence Vinícius Nakatu
laurence.nakatu@gmail.com

Rubens Kazuto Tsukamoto
rubenskazuto@yahoo.com.br

Abstract. This work aims at the project and the manufacture of a chair for the Adaptive rowing destined to the physical disability athletes. The proposal of the project consists of elaborating resistant, versatile structure and easiness to use in diverse categories of the sport. The boarding of the problem lead to the choice of a structure that enclosed the minimum requirements demanded by the athletes in the questions comfort, security and performance. Thus, a composed basic structure for the base was developed, leans and adjustment device. The item of the project that becomes it versatile and practical is the disassembly of the chair to adapt it to the type of category in question, that will be allowed by the construction of the base in modules.

Keywords. Chair for adaptive rowing, adaptable rowing, Paralympics

Anexo

Enquete direcionada aos atletas portadores de deficiência física praticantes de remo (Raia Olímpica – USP).

Atletas:

- A) Alina - Categoria LTA (sem encosto nas costas)
- B) Claudia - Categoria A
- C) Reinildo - Categoria TA

1) Sente alguma dificuldade quanto à mobilidade com o uso do banco atual? Onde?

- A) Sim, devido ao desconforto apresentado pelos bancos atuais.
- B) Não.
- C) Não.

2) Sente alguma dor com o uso do banco atual? Onde?

- A) Sim, na coluna (cansa).
- B) Sim, no coxão.
- C) Sim, na perna.

3) O que faz para minimizar essa dor?

- A) Sim, apoio (almofada).
- B) Sim, apoio (almofada).
- C) Sim, apoio (almofada).

4) Qual a preferência pelo material do assento?

- A) Macio, como o gel, silicone.
- B) Macio, como almofada, espuma.
- C) Macio.

5) Sente falta de segurança com o uso do banco atual?

- A) Não.
- B) Não.
- C) Sim, não tem cinto de segurança para as pernas.

6) Para permitir que o banco se mova no trilho, qual a melhor posição de um possível dispositivo de ajuste? Na frente, lado direito, lado esquerdo, outros.

- A) Tanto faz.
- B) Na frente.
- C) Na frente.

7) Em sua opinião, cite uma melhoria que poderia ser feita quanto aos bancos.

- A) Uso de um molde personalizado.
- B) Uso de um molde personalizado.
- C) Adição de um cinto de segurança para as pernas.