

## CADEIRA ESPORTIVA MONTADA COM ADESIVO ESTRUTURAL

Natalie Gondra de Oliveira, Faculdade de Tecnologia de São Paulo, natalie-g-o@hotmail.com  
Carlos Rezende de Menezes, Faculdade de Tecnologia de São Paulo, crmenezes@fatecsp.br

**Resumo.** A proposta deste trabalho é a construção de uma cadeira de rodas para prática esportiva, destinada às pessoas paraplégicas. O objetivo é tornar o equipamento acessível à todas as classes sociais, possibilitando a prática de atividades físicas e, conseqüentemente, a melhora da qualidade de vida. O alumínio é utilizado como matéria prima principal em sua estrutura, devido ao baixo peso específico e resistência às intempéries. O projeto inova no design e forma de montagem das peças, feita por encaixe e adesivamento de tubos circulares e juntas retangulares de alumínio, facilitando assim o processo de fabricação. O adesivamento substitui as soldas, diminui o tempo de fabricação e não implica na necessidade de profissional nem equipamento especializado.

**Palavras chave:** acessibilidade esportiva, cadeira de rodas, acessibilidade, cadeira de rodas para basquetebol

### 1. INTRODUÇÃO

Desde muito cedo, na história humana, houve a necessidade de transportar pessoas, inicialmente levadas nas costas de homens mais fortes, até que fosse criada a cadeira de rodas. A princípio era utilizada apenas para transporte de pessoas acidentadas ou doentes, mas em 1945, nos Estados Unidos ex-soldados americanos feridos durante a Segunda Guerra Mundial, começaram a praticar o basquetebol em cadeira de rodas, com o objetivo de manterem-se ativos.

O acesso do cadeirante a uma cadeira própria para a prática de atividades físicas, no caso o basquetebol, traz ao praticante inúmeros benefícios dentre eles, os físicos, como agilidade, equilíbrio, força muscular, coordenação motora, resistência física, melhora das condições órgão-funcionais e psíquicos, pois o praticante consegue entender melhor a sua limitação, aprende a aceitar melhor sua deficiência, há melhora da autoestima, redução da agressividade, estímulo a independência e prevenção de doenças secundárias. Incentiva também a integração social (Pedrinelli, 2011), uma vez que a convivência com o cadeirante possibilita que todos entendam melhor suas condições minimizando assim o preconceito.

Com o decorrer dos anos, foram feitas várias adaptações para tornar as cadeiras de rodas esportivas mais ágeis e seguras, dentre elas estão, a angulação das rodas, a redução do assento, utilização de cintos de segurança personalizados.

Um estudo de mercado de quatro modelos básicos comercializados atualmente permitiu avaliar qual a média de investimento necessário para o usuário obter o equipamento. O valor mais alto para a aquisição deste equipamento foi de cerca de US\$ 15100,00 e o valor mínimo de cerca de US\$ 10500,00. O modelo desenvolvido neste projeto possui a mesma funcionalidade e segurança dos comercializados atualmente, porém, a sua fabricação é mais simples e seu custo reduzido a aproximadamente 30% do valor médio de mercado.

### 2. DESENVOLVIMENTO

#### 2.1. Metodologia

A cadeira de rodas para a prática esportiva segue padrões definidos pela CBBC (Confederação Brasileira de Basquetebol em Cadeira de Rodas, 2014). Pode ter três ou quatro rodas, sendo, duas grandes, que não podem ultrapassar o diâmetro de 66 cm, com um suporte para as mãos, e uma ou duas menores de apoio. A altura do assento do jogador não pode ultrapassar 53 cm do chão, e o apoio para os pés não pode ultrapassar 11 cm a partir do chão, conforme Figura 1.

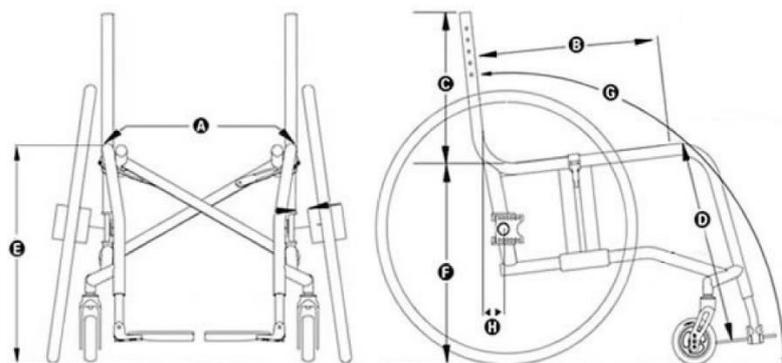


Figura 1. Padrão definido pela CBBC (Confederação Brasileira Basquetebol em Cadeira de rodas).

O processo de fabricação da Cadeira Esportiva proposta, conforme Tabela I, não requer equipamento especializado, nem pessoa especializada, não há gastos com manutenção de equipamento, e nem periculosidade no manuseio de equipamentos, diferente das comercializadas atualmente, que requer um soldador, uma máquina de solda, um local adequado, e gastos com equipamentos de segurança. A solda é um método de união que utiliza o cordão de solda, diferente do adesivo que usa toda a área de contato entre as juntas e os tubos. A solda pode ter trincas com os impactos do esporte, levando à fadiga do material.

Tabela 1 – Comparação de operações necessárias no processo de fabricação da cadeira proposta com a cadeira comercializada.

<b>PRODUTO PROPOSTO</b>	<b>PRODUTO COMERCIALIZADO</b>
1. Matéria prima	1. Matéria prima
2. Usinagem das furações para encaixe dos tubos	2. Serramento dos tubos e barras
3. Dobramento dos tubos	3. Dobramento dos tubos
4. Adesivamento dos encaixes	4. Furação dos tubos para elementos de encaixe e acabamento
5. Estofamento	5. Soldagem dos tubos
6. Colocação das rodas	6. Pintura da estrutura
7. Produto final	7. Montagem de elementos de encaixe e acabamento
	8. Estofamento
	9. Colocação das rodas
	10. Produto final

A partir do software de engenharia Autodesk Inventor 2015, foi realizado o modelamento e montagem do protótipo, conforme Figura 2.

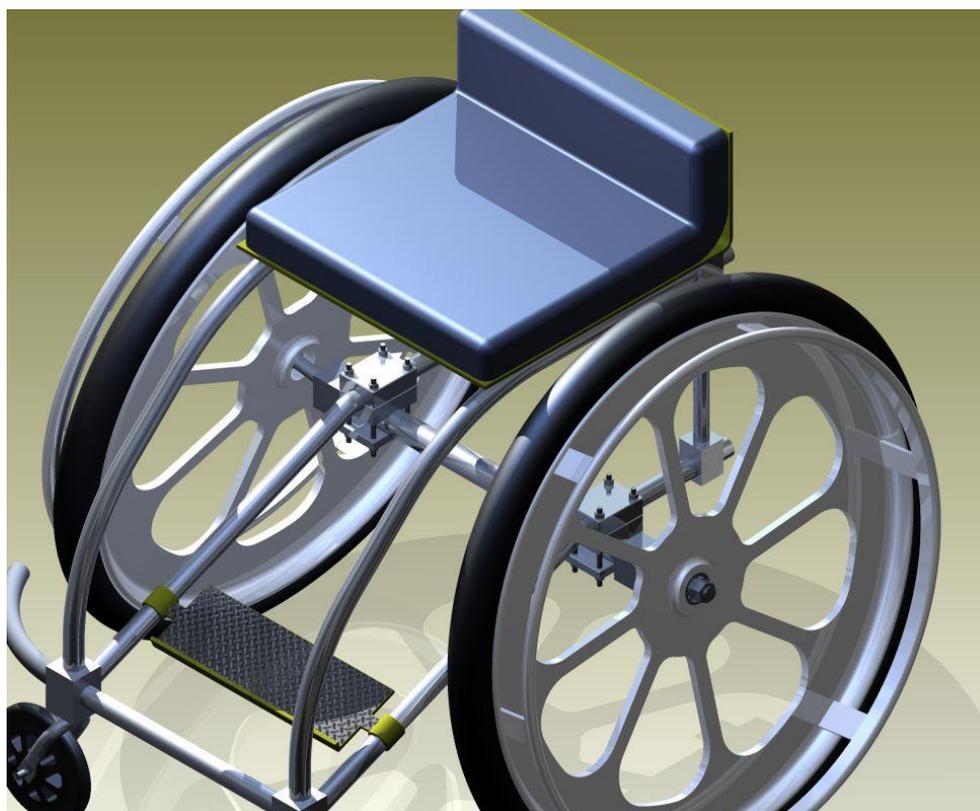


Figura 2. Imagem renderizada do protótipo digital montado - software Autodesk Inventor 2015.

O modelo digital construído permitiu pré-avaliar características estruturais do projeto, através da ferramenta análise de Elementos Finitos (EF), conforme Figura 3. Dentre os itens estão, resistência do conjunto em relação ao peso do usuário, melhor método de montagem, espessura mínima da parede dos tubos e melhor liga.

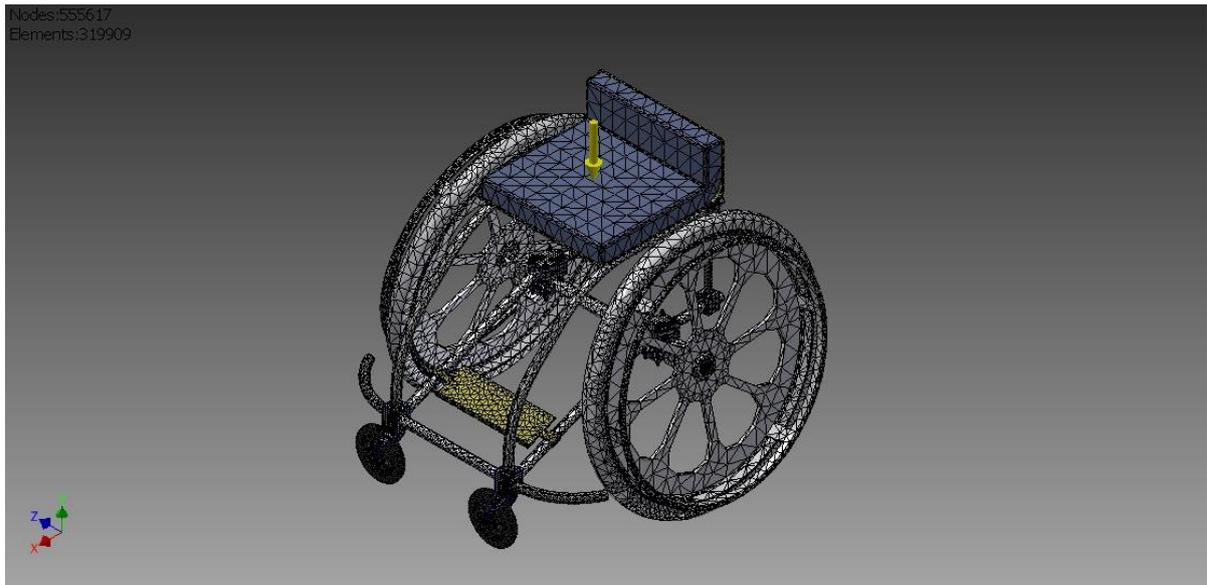


Figura 3. Protótipo Digital - malha para ensaio de EF.

O estudo EF, permite visualizar aproximadamente, como o protótipo físico se comportará em condições reais de uso. Os testes foram realizados simulando um usuário de 120 Kg. A partir do ensaio conclui-se que há um deslocamento máximo de 1,49 mm apenas no assento, provando que o projeto supre adequadamente as condições propostas. Figura 4.

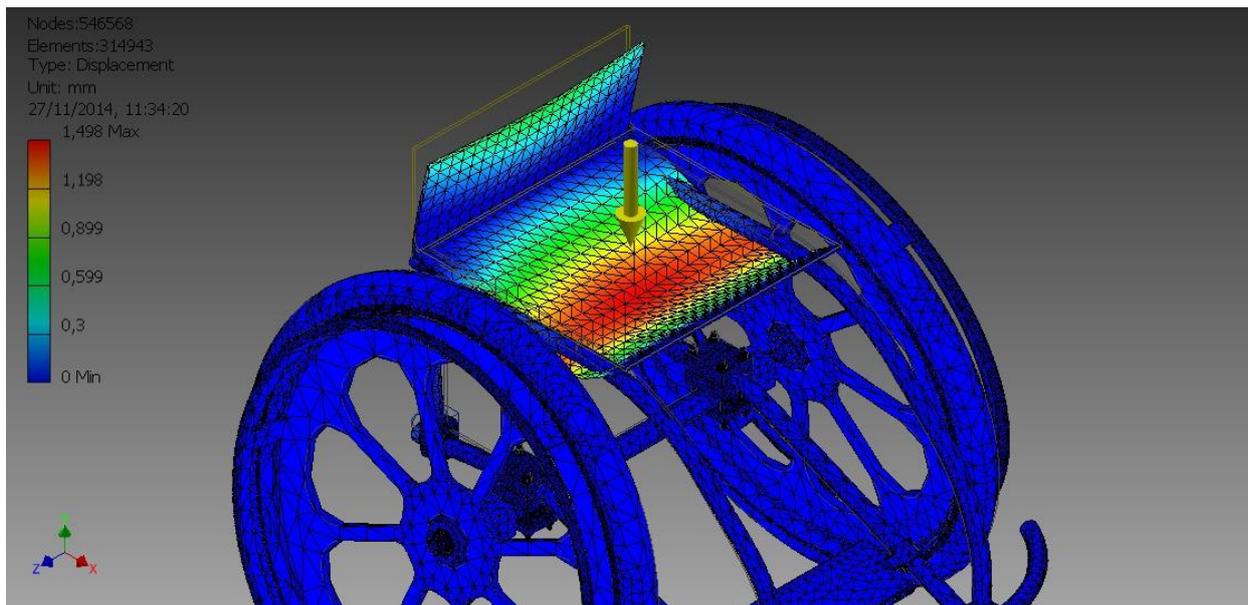


Figura 4. Protótipo Digital ensaiado, gráfico de deslocamento da montagem.

## 2.2. Materiais para construção

Optou-se pelo uso do alumínio como material principal da estrutura, principalmente devido ao baixo peso específico e resistência a corrosão, o que dispensa pintura ou outro tipo de proteção superficial. O alumínio já é utilizado nas cadeiras existentes para dar conforto no manuseio do equipamento, deixando-a mais leve.

Concluiu-se que, as melhores ligas de alumínio para essa aplicação, são a Al 6061 e a Al 7075, devido a melhor usinabilidade e maior resistência mecânica, entre outras características (ABAL, 2014). Testes foram realizados no laboratório Baja da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP) e Escola Senai Bras com diversos corpos de prova, afim de verificar a resistência mecânica e capacidade de deformação de dobra. Alguns corpos de prova estão mostrados nas Figuras 5 e 6.



Figura 5. Corpo de prova adesivado para ensaio de tração.



Figura 6. Corpo de prova adesivado em ensaio.

A estrutura do projeto físico prevê a construção, utilizando a liga Al 6061, através de tubos de seção circular dobrados, encaixados, e unidos com adesivo estrutural nas junções retangulares feitas de barras maciças usinadas.

O adesivo estrutural é um composto acrílico modificado. A sua utilização exige pouca ou nenhuma preparação da superfície, conforme mostrado na Figura 8.



Figura 8. Barras de alumínio adesivadas para testar resistência do adesivo quando submetido ao processo de usinagem.

O adesivo é preparado pela junção de dois componentes: o adesivo propriamente dito e o acelerador. A dosagem em peso obedece a proporção de 3:1. A cura é relativamente rápida o que reduz o tempo de movimentação das peças. Pode

ser utilizados em temperaturas de -40 °C à 149 °C, sem perder suas propriedades (LORD 2014). Tem resistência ao tempo e a ambientes agressivos que contenham graxas, solventes, óleos, entre outros. (LORD 2014)

## CONCLUSÃO

A construção do protótipo utilizando elementos de encaixe é inovadora, pois facilita a montagem da cadeira. O uso de adesivo estrutural em substituição a outros métodos de união reduz a concentração de tensões nas uniões, se comparado a métodos, tais como solda, parafusos e rebites, que podem aumentar a probabilidade de fragilização da estrutura. Além disso, não são necessários gastos com equipamentos de proteção individual (EPIs) e não há geração de gases residuais que ocorre quando se utiliza soldagem no processo de fabricação.

A soma destas vantagens traz como resultado um produto mais eficiente e mais barato para o usuário final.

## 3. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira do Alumínio. 2014. “Características químicas e físicas”. Abal. 31 Março 2014 <http://www.abal.org.br/aluminio/caracteristicas-quimicas-e-fisicas>

Federação Internacional de Basquete em Cadeira de Rodas. IWBF., 2014. “Confederação Brasileira de Basquetebol em Cadeira de rodas – Equipamento”. CBBC. 29 Julho 2014 <http://www.cbcc.org.br/saibamais/equipamento>

Industrial, Lord. Setembro 2014. “Lord – Adesivos Acrílico Lord 403, 406, e 410 com acelerador 19 ou 19 GB da Lord” Rev. 2, pp 1-4.

Industrial, Lord. 2014. “Catálogo de adesivos estruturais” 1 Outubro 2014. [http://www.lordla.com.br/files/Cat%C3%A1logo\\_Adesivos\\_Estruturais\\_PT-BR.pdf](http://www.lordla.com.br/files/Cat%C3%A1logo_Adesivos_Estruturais_PT-BR.pdf)

Pedrinelli, André. 2 Dez. 2011. “Minha Vida - Os benefícios do esporte para deficientes físicos”. 4 Ago. 2014, <<http://www.minhavidacom.br/fitness/materias/1215-0a-beneficios-do-esporte-para-deficientes-fisicos>>

## 4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao L.P.E. (Laboratório de Projetos Especiais) da FATEC-SP, pelo uso do espaço e equipamentos. Prof. Eduardo Silva Lisboa, pela utilização da Oficina Baja da FATEC-SP. Prof. Armando Iwao Shimahara, pela utilização da Oficina de Construção de Mecânica de Precisão. A todos os integrantes da Oficina de Usinagem da FATEC-SP. A Escola Senai Bras. As empresas Alcoa Ltda. e Lord Industrial Ltda.

## 5. ABSTRACT

This study aims to build a wheelchair for sports practice, designed to paraplegics. The goal is to make the equipment accessible to all social classes, enabling physical activity and consequently improve the life quality. Aluminum is used as the main raw material in its structure due to low specific weight, and not to require painting. The design innovation in the design and assembly of the parts, which is done by fitting and adhesive welding from circular and rectangular aluminum tubes together, thereby facilitating the manufacturing process. The adhesive replaces welds, reduces manufacturing time and does not imply the need for professional or specialized equipment.

## 6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.  
Natalie Gondra de Oliveira e Carlos Rezende de Menezes