

Desenvolvimento de uma cadeira automatizada com assento inclinável para avaliação do controle postural de pacientes pós-AVC

Fabio Somera Junior

Marcos Massao Shimano

Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Uberaba, 13 de agosto, 2024

Introdução

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma lesão neurológica aguda causada por problemas vasculares no sistema nervoso central, podendo ser isquêmico, quando ocorre um infarto em áreas cerebrais, espinhais ou retinianas, resultando em paralisia. O número de AVCs entre jovens está aumentando, afetando 10% dos pacientes com menos de 55 anos. A Organização Mundial de AVC, a *World Stroke Organization*, estima que uma em cada seis pessoas no mundo terá um AVC.

Segundo Baggio *et al.* (2016) e Ferreira *et al.* (2021) Déficits no controle da postura e percepção alterada da verticalidade são comuns e representam um dos problemas mais debilitantes em indivíduos que sobreviveram a um acidente vascular cerebral (AVC).

Pesquisas realizadas por Baggio *et al.* (2016) fornecem evidências quantitativas que comprovam que o teste de percepção da verticalidade no plano de rotação é um fator adicional que pode exercer uma influência significativa sobre o controle postural e a funcionalidade. Por essa razão, é recomendado que a Subjetiva Vertical Postural (SPV) seja avaliada de forma sistemática como um possível alvo para estratégias terapêuticas de reabilitação do controle postural em pacientes pós-AVC.

Um dos métodos de análise de verticalidade é utilizando uma cadeira de assento inclinável em testes clínicos. O fisioterapeuta mede o desvio da postura vertical do paciente em graus e direção, permitindo um tratamento mais específico para corrigir a postura. Além disso, o equipamento também serve como tratamento para estimular o tronco cerebral. Existem algumas publicações com estes tipos de cadeiras, mas todos apresentam algum tipo de limitação. Seja pela falta de controle do movimento, limitação nas angulações ou tamanho e complexidade, Figura 1.

Figura 1 – Exemplificação de cadeiras com limitações.



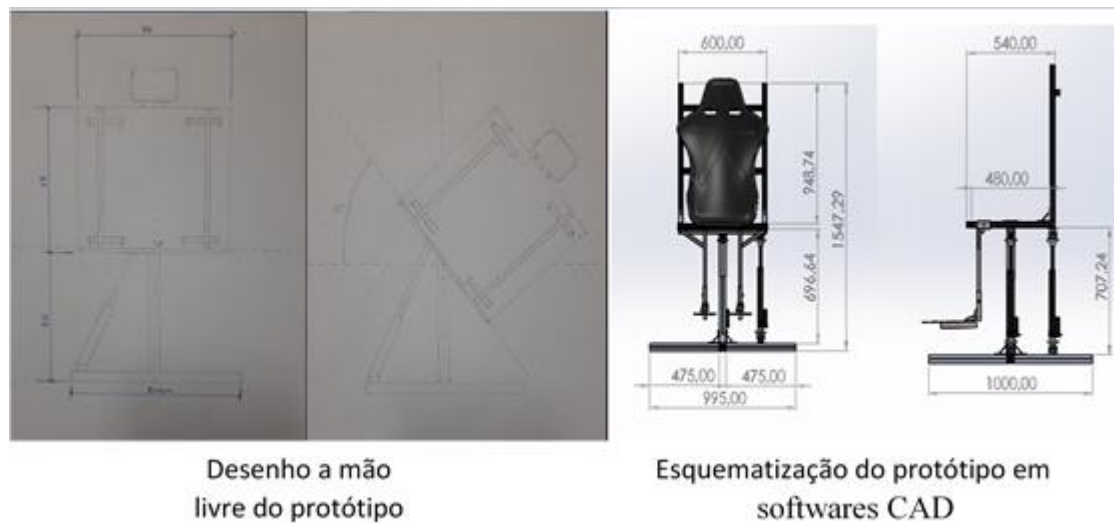
Fonte - Baggio, *et al.*, 2016; Fukata, *et al.*, 2019; Perennou, *et al.*, 2008.

Após revisar as limitações das cadeiras já existentes, surgiu a ideia de desenvolver um novo projeto: uma cadeira com assento inclinável, controle automático de velocidade e angulação, que seja leve, fácil de usar e transportar, segura e com alta precisão no controle dos ângulos para o exame de SPV.

Metodologia

O desenvolvimento do projeto teve início com a etapa da idealização do modelo do protótipo, obtendo um resultado satisfatório utilizando softwares CAD foi realizado esquematização do projeto, Figura 2.

Figura 2 – Idealização do protótipo.

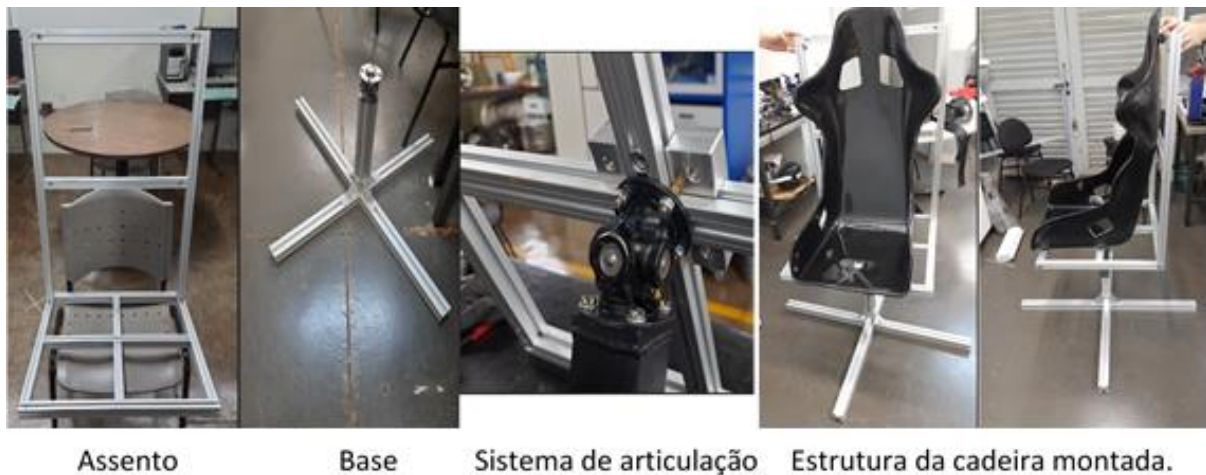


Fonte –Dos autores, 2024.

Como estratégia de desenvolvimento adotou-se três grandes partes de construção e uma para a validação do projeto.

A primeira parte foi a definição e construção da estrutura principal da cadeira. Foi escolhido o perfil de alumínio devido às características físicas e mecânicas. Durante a construção foram identificados alguns pontos críticos onde foram necessários o desenvolvido peças auxiliares, sistemas de estabilidade e articulação, Figura 3.

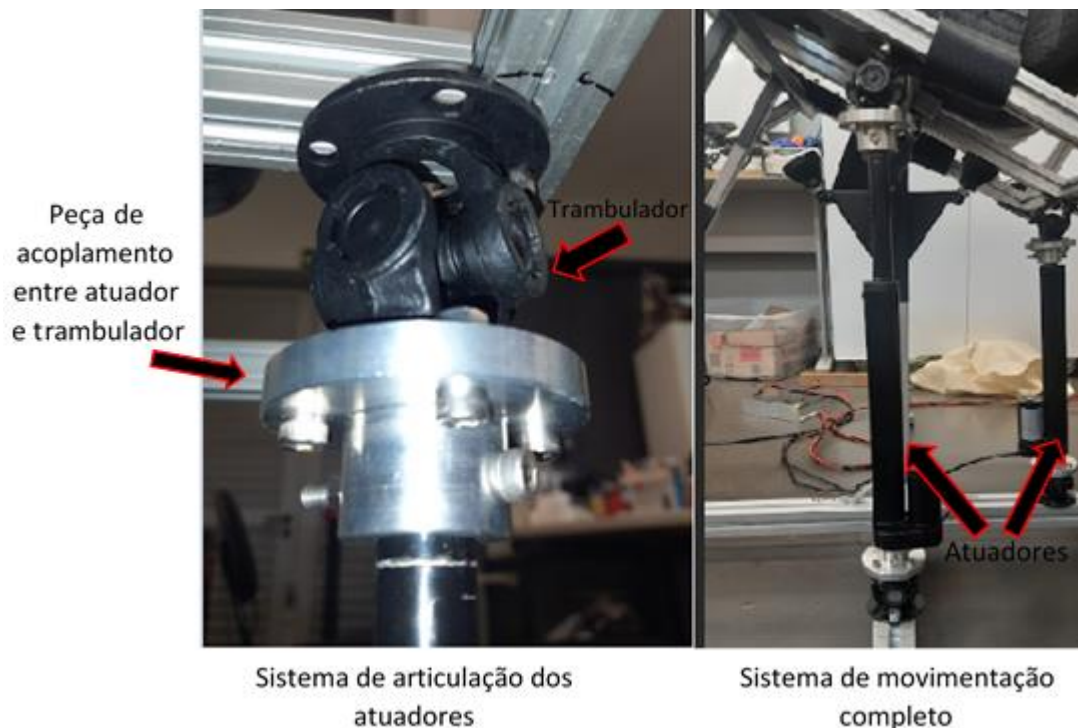
Figura 3 – Sistemas desenvolvidos na etapa estrutural.



Fonte –Dos autores, 2024.

Em sequência parte da construção foi definida com a automatização do sistema de movimentação da cadeira tem como componente principal dois atuadores modelo HY01-12-250. Devido à necessidade de permitir que os atuadores acompanhassem o movimento de inclinação da cadeira foi desenvolvido um sistema de articulação para os atuadores, Figura 4.

Figura 4 – Atuadores.



Fonte –Dos autores, 2024.

Após a conclusão do sistema de movimentação. Foi desenvolvida a parte elétrica que controla os atuadores, utilizando uma fonte chaveada de 12V 30A 360W Bivolt. Dois

botões interruptores tipo gangorra com retorno por mola que operam os atuadores: um controla a direção sagital e o outro na coronal. Uma chave gangorra é usada para ligar e desligar o sistema elétrico.

Com o objetivo de verificar se a amperagem durante o acionamento dos atuadores ultrapassava o limite de 30A, fez-se a instrumentação com o auxílio de multímetros para medir se corrente elétrica não danificaria a fonte.

Para acomodar o sistema elétrico de controle dos atuadores, foi criado um modelo de controle tipo joystick, impresso em 3D (Figura 5). Afim de permitir que o operador visualiza-se a inclinação da cadeira nas direções sagital e coronal, foram utilizados inclinômetros digitais de medição de ângulo absoluto, posicionados na parte superior do assento.

Figura 5 – Controle do sistema elétrico.



Fonte –Dos autores, 2024.

A fase final da construção foi o acabamento da cadeira sendo realizada a construção de sistemas de segurança e estabilidade tais como:

- Apoio para os pés do paciente (Figura 6 A);
- Cintos de segurança (Figura 6 A);
- Cantoneiras de proteção para arestas cortantes (Figura 6 C);
- Pés niveladores;
- Sistema de barramento de inclinação (Figura 6 B);
- Vedação dos canais dos perfis de alumínio com canaletas de tipo U (Figura 6 C);

Figura 6 – -Sistemas desenvolvidos para acabamento e segurança.



Fonte –Dos autores, 2024.

A última etapa realizada se deu pela validação do projeto, etapa crucial para garantir que a cadeira atenda aos requisitos de segurança e desempenho.

Resultados

Após a conclusão da construção e das simulações, resultou em uma cadeira automatizada com características que proporcionam segurança e conforto ergonômico aos pacientes, Figura 7.

Figura 7 – Protótipo Finalizado.



Fonte – Dos autores, 2024.

Durante os testes, foi cronometrado o tempo que a cadeira utilizaria para sair da posição de equilíbrio (Figura 7) e atingir sua máxima angulação, o qual seria o final de curso do atuador, Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de angulação e velocidade angular.

Direções	Angulações Máximas	Intervalo de tempo (s)	Velocidade angular
Plano Coronal com inclinação para direita	30,0 °	28,43	1,06 °/s
Plano Coronal com inclinação para esquerda	30,0°	22,53	1,05 °/s
Plano Sagital com inclinação anterior	31,0 °	28,44	1,09 °/s
Plano Sagital com inclinação posterior	30,0°	27,96	1,06 °/s

Fonte – Dos autores, 2024.

Constatou-se que o melhor posicionamento para os atuadores seria fixá-los na extremidade do assento, na parte direita e traseira. Essa decisão se baseou na máxima

angulação da cadeira e na velocidade angular necessária para os exames. Segundo Ferreira *et al.* (2021), a velocidade de inclinação deve ser de no máximo 1,5°/s.

A segurança dos pacientes é garantida pelos diversos sistemas desenvolvidos para prevenir possíveis acidentes. Além disso, a postura dos pacientes ao sentarem-se na cadeira segue os princípios ideais de conforto, conforme descrito na literatura.

Discussão

O desenvolvimento do projeto da cadeira automatizada envolveu inicialmente, à criação de uma representação visual do conceito da cadeira. Essa etapa é fundamental para definir as características principais e visualizar como a cadeira será estruturada, a utilização de softwares CAD foi para esquematizar o projeto em detalhes, considerando três partes de construção: estrutural, automação e acabamento tendo como os principais aspectos do produto geometria simples, controle de movimentação, simplicidade de operação e leitura de inclinação e angulações adequadas.

Por fim, o exame de SPV serviu como base para a construção do protótipo que possui ampla gama de aplicações, especialmente para novos estudos na área de pacientes em processo de recuperação pós-AVC. Estudos indicam que a verticalidade é comprometida em grande proporção nesses pacientes, resultando em déficits no controle da postura e percepção alterada da verticalidade.

Conclusão

A cadeira com assento inclinável desenvolvida e fabricada apresentada nesta proposta, poderá ser utilizada por profissionais da saúde para realização do exame da Subjetiva Postural Vertical (SPV), pois a cadeira realiza movimentos de acordo com os padrões estabelecidos, possui sistemas de segurança e é de fácil utilização.

Referências

BAGGIO, J. A. O.; et al. Verticality Perceptions Associate with Postural Control and Functionality in Stroke Patients. **PLOS ONE**. v.11, n.3. 2016.

FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. J. P. A.; CAMPOS, F. A.; LUVIZUTTO, G. J.; SOUZA, L.A.P.S. Avaliação da percepção vertical subjetiva em pacientes com acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática. **Arq. Neuro-Psiquiatr.** v.79, n.11. 2021.

FUKATA, K.; AMIMOTO, K.; FUJINO, Y. et al. Starting position effects in the measurement of the postural vertical for pusher behavior. **Exp Brain Res.** v.238. 2020.

FUKATA, K.; AMIMOTO, K.; SEKINE, D. et al. Test-retest reliability of and age-related changes in the subjective postural vertical on the diagonal plane in healthy subjects. **Attention, Perception, & Psychophysics**. v.81, p.590–597. 2019.

PERENNOU, D.A.; MAZIBRADA, G.; CHAUVINEAU, V.; GREENWOOD, R.; ROTHWELL, J.; GRETTY, M. A.; BRONSTEIN, A. M. Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship? **Brain**. v.131, p.2401-2413. 2008.

SACCO, R. L.; KASNER, S. E.; BRODERICK, J. P. et al. An updated definition of stroke for the 21st Century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. **Stroke**. v.44, p.2064-89. 2013.