



DESENVOLVIMENTO DE BANQUETA NEUROERGONÔMICA PORTÁTIL PARA CONFORTO MUSCULOESQUELÉTICO E INCLUSÃO SOCIAL DE INDIVÍDUOS NÃO HÍGIDOS¹

DEVELOPMENT OF PORTABLE NEUROERGONOMICS STOOL FOR MUSCULOSKELETAL COMFORT AND SOCIAL INCLUSION OF UNHEALTHY INDIVIDUALS

David Felipe Alves dos Santos | david.santos78@fatec.sp.gov.br | FATEC SJC

Márcia Regina de Oliveira | oliveiramarcia@unitau.br | UNITAU

Roque Antônio de Moura | katia.csrichetto@unitau.br | UNITAU

Messias Borges Silva | messias.silva@unesp.br | UNESP/USP

RESUMO

O desenvolvimento de uma banqueta ergonômica direcionada aos indivíduos não hígidos é um desafio que exige uma abordagem multidisciplinar. A busca por mobilidade e conforto musculoesquelético nesse grupo específico demanda uma análise detalhada das necessidades. Nesse sentido, o objetivo de desenvolvimento de uma banqueta neuroergonômica para melhorar o conforto e a mobilidade de indivíduos com limitações físicas, como idosos ou pessoas com deficiência é primordial. O assento deve ser ajustável visando otimizar a postura, aliviando a pressão nas articulações e membros inferiores ao oferecer descanso para os pés. A metodologia usada contou com o uso de *software* especializado para projetos prevendo um *mockup* leve, fácil de transportar e adaptável as diferentes superfícies e terrenos. Como resultado houve benefícios físicos ao se promover a sensação de bem-estar neurofisiológico, oportunidade de maior inclusão social e a sensação de autoestima. Conclui-se que embora haja desafios relacionados ao custo e personalização, o uso de materiais acessíveis e dimensionamento antropométrico correto, tornam o produto viável para qualidade de vida dos seus usuários (pertencimento social) em atividades cotidianas, alinhando-se aos objetivos de desenvolvimento sustentável, como inclusão, saúde e a percepção de bem-estar dos indivíduos não hígidos.

Palavras-chaves: Banqueta ergonômica. Inclusão social. Indivíduos não hígidos.

ABSTRACT

The development of an ergonomic stool for unhealthy individuals is a challenge that requires a multidisciplinary approach. The search for mobility and musculoskeletal comfort in this specific group demands a detailed analysis of needs. In this sense, the objective of developing a neuroergonomics stool to improve the comfort and mobility of individuals with physical limitations, such as the elderly or people with disabilities, is paramount. The seat should be adjustable to optimize posture, relieving pressure on joints and lower limbs by providing footrest. The methodology used included the use of specialized software for projects, providing a lightweight mockup that is easy to transport and adaptable to different surfaces and terrains. As a result, there were physical benefits by promoting a feeling of neurophysiological well-being, an opportunity for greater social inclusion, and a sense of self-esteem. It is concluded that although there are challenges related to cost and customization, the use of accessible materials and correct anthropometric sizing will make the product viable in the quality of life of its users (social belonging) in daily activities, aligning with the objectives of sustainable development, such as inclusion, health and the perception of well-being of unhealthy individuals.

Keywords: Ergonomic stool. Social inclusion. Unhealthy individuals.

¹ Artigo apresentado no Congresso Cimatech da Fatec de São José dos Campos, 2024

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a neuroergonomia tem se destacado na busca por soluções que melhorem a qualidade de vida e o bem-estar de diferentes grupos populacionais, especialmente aqueles com limitações físico-mentais. A neuroergonomia é um campo essencial que visa otimizar a interação entre o ser humano e seu ambiente de trabalho, promovendo saúde, conforto e eficiência no seu ambiente de trabalho e na sua vida pessoal sem exceder os limites cognitivos que afetam a postura e comportamento social (Moura; Jesus; Souza, 2019; Moura *et al.*, 2024b).

A ideia da banqueta neuroergonômica surgiu como uma solução de melhoria do conforto e necessidades de indivíduos não hágidos, ou seja, aqueles que enfrentam limitações físicas e mentais que afetam as condições de mobilidade e conforto para fazer ou participar das diversas atividades no seu dia a dia e na sua vida profissional (Brasil, 2023).

A busca por mobilidade e conforto musculoesquelético para indivíduos não hágidos ou indivíduos que não possuem boa saúde com alguma deficiência física, mental ou portadores de doenças severas com deficiência motora, acidentados ou ainda que passaram por cirurgias recentes incluindo idosos, possibilita o convívio social e acesso aos eventos públicos. Isso ganha força e vigor quando projetistas usam de empatia e criam projetos assistivos (Turconi *et al.*, 2006; Walther *et al.*, 2020)

Pessoas com mobilidade reduzida ou condições de saúde comprometidas, tendem ao isolamento devido dificuldade de serem atendidas ou assistidas, inclusive requerem condições especiais como, por exemplo, a necessidade de se sentarem ou apoiarem quando os membros inferiores estiverem exauridos. A percepção de fazer parte e estar presente integra percepções e recordações sociais contribuindo para a formação e vivência em sociedade, no aprendizado em grupo e na memorização consolidada (De Moura; Oliveira; Silva, 2023).

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

O corpo humano adulto possui cerca de 206 ossos que pode variar entre indivíduos devido a fatores como fusão de alguns ossos ao longo da vida ou por variações anatômicas. Assim para se mover, levantar objetos e realizar atividades cotidianas surge um sistema complexo e eficiente chamado de sistema musculoesquelético (Kroemer; Grandjean, 2005).

O sistema musculoesquelético ou esqueleto (Figura 1) é revestido por músculos que permitem que ele se movimente. Os ossos são as partes rígidas que estruturam o corpo, protegem órgãos internos e servem como pontos de apoio para os músculos quando se contraem e relaxam, permitindo a movimentação desde um simples piscar de olhos até correr uma maratona. Por exemplo ao mover um braço, o cérebro (Antônio *et al.*, 2024) envia um sinal para os músculos do braço que se contraem, puxando os ossos e fazendo com que o braço se movimente junto com as articulações do ombro e do cotovelo de forma suave e controlada (Iida; Buarque, 2016).

Figura 1 | Sistema musculoesquelético humano.



Fonte: Kenhub (2022).

2.1. DOR

A dor é um mecanismo de defesa do nosso corpo, sinalizando a presença de uma lesão ou potencial dano. Quando os tecidos são danificados, as células liberam substâncias químicas que ativam as fibras nervosas, transmitindo sinais de dor ao cérebro, ou seja, a dor é uma experiência complexa e multifacetada que impacta na percepção de qualidade de vida sendo fundamental desenvolver estratégias eficazes para alívio e prevenção (Silva; Fassa; Valle, 2004).

Para Plouvier *et al.* (2011) a dor é uma experiência sensorial e emocional desagradável associada a uma lesão tecidual real ou potencial, tanto física quanto emocional que varia em intensidade e qualidade de pessoa para pessoa. Dentre as mais comuns estão as dores lombares, também conhecidas como lombalgia, queixa comum que afeta a região inferior das costas. A causa exata das dores ainda é difícil de determinar, mas geralmente está relacionada a postura, cansaço dos membros inferiores e problemas no sistema musculoesquelético como distensões musculares pelo uso excessivo dos músculos, atividades físicas intensas ou por má postura que causam desgastes.

Figura 2 | Dores na região lombar e nos membros inferiores



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

A lombalgia, ou dor nas costas, é uma queixa comum que muitas vezes se intensifica quando estamos em pé. Por outro lado, ao sentar-se, muitos indivíduos experimentam alívio por diversos fatores biomecânicos e fisiológicos. A dor piora quando se está em pé porque a gravidade exerce uma força constante sobre a coluna vertebral, comprimindo os discos intervertebrais e as articulações facetárias. Essa compressão irrita nervos e estruturas sensíveis que causam dor (Teixeira; Figueira, 2001).

2.2. BANQUETA NEUROERGONÔMICA

Segundo Moura *et al.* (2024a) a neuroergonomia é uma combinação das palavras neuro relacionado ao sistema nervoso e ergonomia, dedicada a evitar o estresse e fadiga físico-mental humana. De acordo com Moura *et al.* (2022) com o advento da era digital e sua tecnologia para criação e projetos ergonomicamente criados, a mobilidade reduzida deixou de ser um limitador.

Conforme legislações regulamentadoras vigentes (Brasil, 2023) que tratam das tecnologias assistivas, as pessoas portadoras de deficiência poderão ter acesso aos recursos tecnológicos que diminuam as limitações causadas na exata proporção de sua deficiência e importante papel de aprendizagem e comportamento social dos indivíduos (Oliviera; Moura; Silva, 2023).

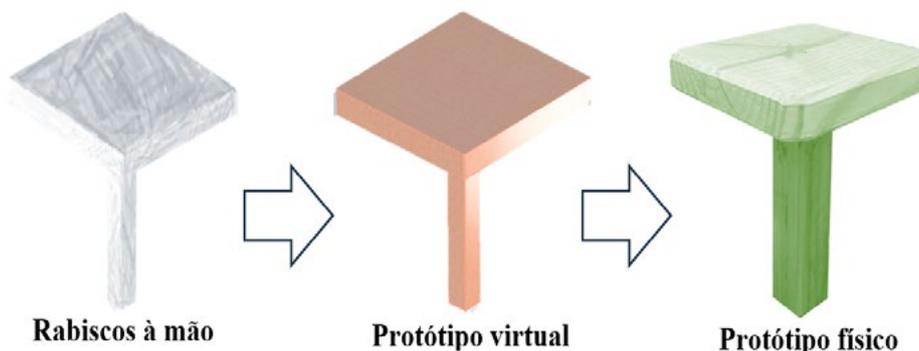
Nesse sentido, uma banqueta neuroergonômica é um projeto experimental que atenderá as pessoas com necessidades especiais (Moura *et al.*, 2024a) e embora seja uma banqueta conceitual ajustável para diferentes tipos de usuários e suas antropometrias, permitirá que a massa corporal seja distribuída de maneira uniforme, aliviando a pressão sobre as articulações e apoio para os pés.

A banqueta neuroergonômica é flexível nas diversas atividades do dia a dia representando uma abordagem de melhoria na qualidade de vida das pessoas com limitações físicas como a necessidade de fazer pausas e intercalar entre ficar em pé e sentar (Moura; Moura, 2019; Iida; Buarque, 2016).

A sensação de conforto e bem-estar ao se sentar está relacionada a diversos fatores, tanto físicos quanto psicológicos, pois, ao sentar há alívio da dor por sobrecarga postural, ou seja, quando em pé, os músculos trabalham constantemente para sustentar o corpo contra a força da gravidade e ao sentar-se, transfere-se parte desse peso para a superfície em que estamos apoiados, aliviando a tensão muscular e as articulações, especialmente as da coluna vertebral (Amadio; Serrão, 2011).

A Figura 3 ilustra o desenvolvimento da banqueta neuroergonômica iniciando pelos rabiscos do croqui até a construção do protótipo físico em madeira (pínus tratado) em material leve e de fácil higienização.

Figura 3 | Desenvolvimento de uma banqueta neuroergonômica portátil



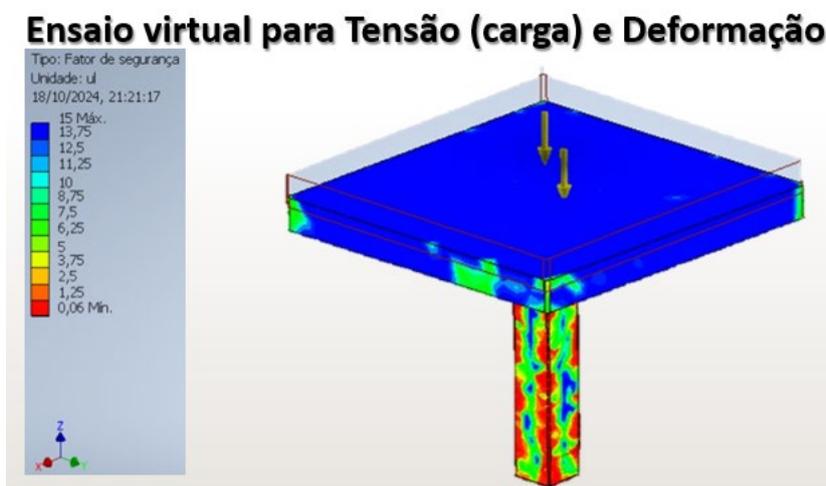
Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

2.3. ANÁLISE ESTRUTURAL DO ASSENTO

Segundo Norton (2013) em um projeto é necessário uma abordagem integrada com ensaios mecânicos de tensão e deformação para se verificar o comportamento do material sob carga e em diferentes níveis de solo e terrenos. Conhecer o quanto suporta antes de quebrar ou fraturar é essencial para a base estrutural de qualquer projeto. Executado e discutido por um grupo de projetistas, será um projeto mais robusto e com taxa de sucesso quando se verifica o limite de escoamento, segurança e durabilidade estrutural do material envolvido (Moura; Moura, 2019).

A deformação é a mudança na forma em resposta a carga aplicada máxima que um material pode suportar sem sofrer deformações permanentes, ou seja, sem atingir a região plástica, onde as deformações são irreversíveis e há quebra (Norton, 2013). Sentar no banquinho representa aplicar uma carga que gerará tensões internas e que agem em várias direções conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 | Ensaio virtual: Tensão x Deformação



Fonte: Criado no software SolidWorks (2024).

3. METODOLOGIA

A metodologia usada contou com o uso de *software* especializado (*Solidworks*) para projetos prevendo um *mockup* leve, fácil de transportar e adaptável as diferentes superfícies e terrenos. A Norma Regulamentadora número 17 (Brasil, 2023) que trata sobre a Ergonomia foi base para a construção do assento.

Em relação ao cálculo estrutural da banquetta, utilizou-se uma análise por elementos finitos combinado com a tensão de *von Mises* em cada ponto da estrutura para prever se a estrutura da banquetta quando carregada será capaz de suportar o peso de uma pessoa sem quebrar ou deformar.

Para o desenvolvimento do projeto e protótipo da banquetta foram utilizados:

- Programa utilizado: *Solidworks*[®]
- Material para construção do protótipo físico: Madeira (Pínus tratado)
- Carga máxima: 120 quilos (\pm 1kg)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado foi à construção e um protótipo físico de madeira, para até 120 quilos de carga. O assento proporcionou alívio, foi bem aceito por oferecer estabilidade e segurança ao se levantar ou se sentar sem riscos de quedas, adaptável em diferentes superfícies, leve e fácil de ser higienizado e transportado com a similaridade de uma mochila.

A banquetta neuroergonômica criada para aliviar o sistema musculoesquelético durante a locomoção proporciona conforto e alívio de carga para indivíduos não hígidos, podendo-se elencar alguns benefícios neuroergonômicos significativos que são mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 | Principais benefícios neuroergonômicos e sociais.

Benefício neuroergonômico	Premissa de bem-estar e mínimo conforto
Redução do desconforto musculoesquelético	A banqueta possibilita um suporte adequado à coluna e por não forçar os quadris e membros inferiores. Efetivamente contribui para diminuir a tensão muscular e dores em pessoas não hígdas.
Tranquilidade na locomoção e portabilidade da banqueta	Integrar a banqueta (mochila) ao corpo possibilita aos usuários se locomoverem com mais facilidade com o seu material leve, limpo e fácil de transportar.
Conformidades com Padrões legais e princípios neuroergonômicos	O desenvolvimento da banqueta com base em princípios neuroergonômicos embasou na Norma Regulamentadora 17 vigente que tende as premissas de segurança e mínimo conforto para usuários não hígdos. A banqueta foi projetada para atender as diversas superfícies e uso das pessoas em suas diversas atividades com facilidade de higienização e adaptação local.
Saúde físico-mental	A banqueta alivia as dores físicas e mentais correlacionando a sensação e percepção emocional de bem-estar, alívio e conforto.
Customização da banqueta	Construída em material tratado e de fácil higienização o <i>design</i> atende as necessidades gerais dos diferentes usuários e pode ser customizada (cores, adesivos e rabiscos) desde que a base estrutural permaneça nas dimensões originais.
Ajuste e Usabilidade	O sistema de ajuste permite adequação aos diversos tipos de pisos e solos.
Inclusão social	A possibilidade de participar de atividades diárias em todos os lugares sem limitações de dores, poder se sentar em meio social faz a diferença para quem tem limitações físicas. A banqueta possibilita que todos participem com maior conforto e menos desgaste físico-mental durante o convívio social.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da banqueta neuroergonômica portátil para conforto musculoesquelético e inclusão social de indivíduos não hígidos trouxe benefícios físico-mentais ao se promover a sensação de bem-estar neurofisiológico, oportunidade de maior inclusão e pertencimento social e a sensação de autoestima.

Embora sejam muitos os desafios relacionados a mudança cultural e adoção de tecnologia assistiva com altos e médios custos de personalização, o uso de materiais acessíveis e dimensionamento antropométrico correto, tornam a banqueta neuroergonômica viável para aliviar a vida de usuários com necessidades especiais de locomoção ou para aqueles que carregam deficiências provisórias e que requerem cuidados temporários.

Conclui-se que o pertencimento social ou a sensação de fazer parte de um grupo, comunidade ou sociedade e com ela se conectar com outras pessoas nas atividades cotidianas, embora seja direcionado para o público em geral alinhando-se aos objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas, ainda restringe o acesso para os indivíduos não hígidos ou com necessidades especiais como também para os mais velhos que se sentem isolados e com a mínima chance de participar e exercerem sua cidadania. Assim, a banqueta neuroergonomia revestida como tecnologia assistiva, pode ser uma ferramenta valiosa para transpor esta barreira.

REFERÊNCIAS

AMADIO A. C.; SERRÃO JC. A Biomecânica em Educação Física e Esporte. São Paulo, Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo. USP - SP, 2011.

ANTÔNIO D. M.; R., REGINA, D. O.; M., GOUSSAIN, B. G. C. S., & SILVA, M. B. (2024). Neuroergonomics approach in the workplace aiming to standardize movements and increase workers' sense of well-being. *Concilium*, 24(10), 472-482. <https://doi.org/10.53660/CLM-3313-24H27>

BRASIL. 2023. Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em> <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-17-atualizada-2023.pdf> Acesso em 21 out. 2024.

DE MOURA, R. A.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, M. B. 2023. Neurociência para leigos: o papel do hipocampo no aprendizado e na memorização consolidada. ODS n. 04. 2023. XII CICTED: Congresso internacional de ciência, tecnologia e desenvolvimento. Unitau/SP. Disponível em: DOI:10.29327/XIICICTED23.734223

IIDA I.; BUARQUE L. Ergonomia: projeto e produção 3.ª edição. Rev. e Ampl. 2016 © Itiro lida, Editora: Edgard Blücher Ltda. São Paulo/SP, 2016. ISBN 978-85-212-0933-1

KROEMER, K. H. E., GRANDJEAN, E. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KENHUB. 2022. Aprenda anatomia mais rápido. Disponível em: <https://www.kenhub.com/pt> Acesso em 30out.24

MOURA, R. A.; ANJOS, G. F. C.; MONTEIRO, M. C.; GOUSSAIN, B. G. C. S. 2024a. Delineamento de experimentos (DoE) e neuroergonomia aplicados em processos fabris. Revista Sodebras. Vol. 19. n° 221, pp 31-36. 2024. ISSN 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/stz4kf04>

MOURA, R. A.; MOURA M. L. S. Aplicação da engenharia estrutural segura na montagem do veículo “baja” para aprendizado acadêmico e aprimoramento profissional dos discentes. Revista Sodebras [on-line]. vol. 14. n° 12, pp 31-36. 2019. ISSN 1809-3957. DOI: [10.29367/issn.1809-3957.14.2019.162.31](https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.162.31)

MOURA, RA DE, SANTOS, DFA, GOUSSAIN, BGS, OLIVEIRA, MR DE, & SILVA, MB (2024). Projeto de Experimentos (DoE) para Não Especialistas em Estatística na Indústria Alimentícia: Ensaio com a produção de pipocas. Revista da Gestão Social e Ambiental, 18 (10), e09308. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n10-229>

MOURA, R. A.; JESUS, N. M. R.; SOUZA, R. S. Antropometria e ergonomia como ferramentas de vanguarda produtivas nas indústrias do futuro. Revista Sodebras. Vol. 14. Ed.157. 2019, p.109-112. ISSN. 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.157.109>

MOURA, R.; OLIVEIRA, GOUSSAIN, B.; SILVA, M. 2024b. Neuroergonomics applied in production Engineering to improve workers' performance and sense of well-being. V. 24. Revista Concilium. Nº 6, 2024, pp 535-548. ISSN: 0010-5236. DOI: [10.53660/CLM-3181-24F35](https://doi.org/10.53660/CLM-3181-24F35).

MOURA, R.; RICETTO, M.; LUCHE, D.; TOZI, L. AND SILVA, M. (2022). New Professional Competencies and Skills Learning towards Industry 4.0. In Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education - Volume 2: CSEDU, ISBN 978-989-758-562-3, pages 622-630. ISSN 2184-5026. DOI: <http://dx.doi.org/10.5220/0011047300003182>

NORTON, R. L. Projeto de máquinas; uma abordagem integrada. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

OLIVEIRA, M. R. DE, MOURA, R. A. DE., & SILVA, M. B. (2023). Priming memory and its important role in learning and in the social and professional behavior of individuals. Revista Concilium, 23(21), 1–10. <https://doi.org/10.53660/CLM-2382-23S10>

PLOUVIER S, GOURMELEN J, CHASTANG JF, LANOË JL, LECLERC A. Low back pain around retirement age and physical occupational exposure during working life. BMC Public Health 2011; 11:268.

SILVA MC, FASSA AG, VALLE NCJ. Dor lombar crônica em uma população adulta do Sul do Brasil: prevalência e fatores associados. CAD Saúde Pública 2004; 20:377-85.

TEIXEIRA MJ, FIGUEIRA JB. Dor : epidemiologia e evolução. História da dor. São Paulo: Moreira Júnior 2001.p. 51-55.

TURCONI G, GUARCELLO M, MACCARINI L, BAZZANO R, ZACCARDO A, ROGGI C. BMI values and other anthropometric and functional measurements as predictors of obesity in a selected group of adolescents. Eur J Nutrition. 2006; 45(3):136-43.

WALTHER J; BREWER M. A.; SOCHACKA N. W.; MILLER, S. E. Empathy and engineering formation. J Eng Educ. 2020; 109:11–33. DOI: <https://doi.org/10.1002/jee.20301>

“O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade dos Autores.”