



DEPARTAMENTO REGIONAL DE ALAGOAS
ESCOLA SESI DE EDUCAÇÃO BÁSICA INDUSTRIAL ABELARDO LOPES

MECHOE: Enxada Mecanizada para Agricultores de
Subsistência com Deficiência Locomotora

MACEIÓ/ AL
2024



Murilo Magalhães de Oliveira
Shayonara Barros Lima dos Santos

Andrea Silva Souza

MECHOE: Enxada Mecanizada para Agricultores de Subsistência com Deficiência Locomotora

Relatório apresentado à 8ª FEMIC - Feira
Mineira de Iniciação Científica.

Orientação do Prof. Esp. Andrea Silva
Souza.

Maceió/AL

2024



RESUMO

O presente projeto visa uma alternativa de amenizar os problemas enfrentados no cotidiano dos brasileiros agricultores, algo que os habitantes que residem nas regiões de grande desenvolvimento agrícola de subsistência do país vêm sofrendo com problemas ergonômicos. Dados da Embrapa mostram que a agricultura familiar ocupa 80,9 milhões de hectares e corresponde a 77% dos estabelecimentos agrícolas do país, sendo uma base da economia de 90% dos municípios brasileiros com até 20 mil habitantes. Contudo, esses agricultores muitas vezes enfrentam condições de trabalho insalubres e criticamente deficientes em termos ergonômicos devido à precariedade dos equipamentos utilizados. Apesar dos avanços tecnológicos, o trabalho agrícola permanece fisicamente exigente, principalmente porque as tecnologias atuais não são adaptadas aos pequenos agricultores, mas para vastas extensões de terras planas. Em muitos casos, mesmo que pequenos agricultores tenham meios financeiros para adquirir maquinaria, há dificuldades na utilização de máquinas agrícolas que sejam adaptadas em pequena escala na agricultura familiar. Pensando nisso, o projeto traz como solução inovadora aprimorar o instrumento agrícola muito utilizado no cotidiano destes trabalhadores com deficiência locomotora, ou seja, a enxada. A proposta busca tornar o trabalho agrícola mais leve através da motorização de baixo custo deste instrumento, utilizando materiais sustentáveis como bambu para sua estrutura e de placas solares para o funcionamento da bateria. Dessa forma, o projeto alinha-se aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS 02) referente à Agricultura Sustentável e também a redução das desigualdades (ODS 10).

Palavras-chave: Agricultura. Economia. Acessibilidade. Ergonomia.



Sumário

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	7
3 OBJETIVOS	9
METODOLOGIA	10
RESULTADOS OBTIDOS	13
6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	16



• 1 INTRODUÇÃO

É através do nosso corpo e da nossa capacidade intelectual que conseguimos realizar as atividades laborais com destreza, habilidade e eficiência. Essas atividades, por sua vez, moldam o corpo para o trabalho, deixando marcas, por vezes definitivas, que acompanharão o trabalhador por toda a vida.

Conforme Abrahão et al. (2009), essas marcas deixadas pelo trabalho podem ser visíveis e claramente identificáveis, sejam elas causadas por acidentes com máquinas ou decorrentes de doenças relacionadas ao trabalho, ou não tão visíveis, como desgastes físicos e mentais decorrentes da organização do trabalho. Um dos setores que requer atenção em termos de preservação da saúde, principalmente pelas características das atividades laborais, é a agricultura familiar ou de subsistência. Este setor representa uma parcela significativa da produção agrícola brasileira.

Segundo a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), a agricultura familiar ocupa uma extensão de área de 80,9 milhões de hectares no território brasileiro, o que representa 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários. O levantamento do Censo Agropecuário de 2017, realizado em mais de 5 milhões de propriedades rurais de todo o Brasil, aponta que 77% dos estabelecimentos agrícolas do País foram classificados como de agricultura familiar (Embrapa). A agricultura familiar é a base da economia de 90% dos municípios brasileiros com até 20 mil habitantes.

De acordo com o artigo Barth et al. (2016), os dados do censo revelam também que um contingente superior a 12 milhões de brasileiros atuam na agricultura de pequeno ou médio porte, submetendo-se a condições de trabalho muitas vezes insalubres e críticas em termos ergonômicos devido à precariedade de equipamentos e maquinários usados no setor.

Apesar dos avanços na tecnologia, o trabalho agrícola continua fisicamente exigente. Isto deve-se principalmente ao fato de que as tecnologias atuais não são adaptadas aos pequenos agricultores, mas sim àqueles que possuem vastas extensões de terras planas. Além disso, são limitadas as máquinas agrícolas capazes de plantar e colher outras culturas além dos grãos, principalmente devido ao manejo específico exigido por



produtos volumosos ou delicados, ao contrário do caso da soja, do milho e da ervilha, por exemplo.

Em muitos casos, mesmo que os pequenos agricultores tenham meios financeiros para adquirir maquinaria, há circunstâncias que dificultam a utilização de máquinas agrícolas de pequena escala na agricultura familiar.

Assim, alicerçando-se nessas causas, este projeto pretende sintetizar um produto, através de uma enxada ergonômica, que auxilia o processo de cultivo da colheita com a sua aplicação.



• 2 JUSTIFICATIVA

Ao considerar o binômio saúde/trabalho neste contexto, Schenker (1998) afirma que a agricultura se destaca como uma das duas ou três principais profissões a nível mundial com os maiores riscos para a saúde dos trabalhadores.

Segundo Guimarães et al. (2016), as tarefas agrícolas são muito diversas e geralmente extenuantes, pois o trabalho é realizado em posições inconvenientes, exigindo força muscular significativa e muitas vezes em condições climáticas desfavoráveis.

Doppler (2007), explica que essa relação é complexa porque, por um lado, o trabalho pode prejudicar a saúde, por outro lado, a saúde é essencial para o desempenho no trabalho.

A saúde e a segurança do trabalhador são mantidas quando as exigências do trabalho e as condições ambientais se alinham com as capacidades e limitações do trabalhador, sem exceder certos limiares fisiológicos e cognitivos, evitando assim situações de stress, fadiga, riscos de acidentes e doenças profissionais a longo prazo (Guimarães et al., 2016, p. 5).

Portanto, para garantir a saúde do trabalhador, a atenção deve estar direcionada às características das tarefas e do ambiente de trabalho. É também crucial abordar um fator significativo que afeta o processo saúde/doença dos trabalhadores, que é a falta de mecanização na agricultura familiar. Isto leva a um aumento do esforço físico dos trabalhadores que são obrigados a realizar muitas tarefas manualmente, pondo assim em risco a sua saúde.

Para Guimarães (2004), as tarefas manuais têm sido uma causa primária de Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), com alguns casos resultando em incapacidade permanente. Além disso, dependendo das características dos solos como exemplo, as superfícies macias tornam as tarefas mais pesadas, aumentando assim o consumo de energia para o agricultor. Conforme Guimarães (2004), setores como a agricultura, o gasto energético diário dos trabalhadores ultrapassa 5.100 kcal, nível considerado prejudicial à saúde do trabalhador.

Diante deste contexto, é fundamental considerar os aspectos ergonômicos do trabalho, principalmente porque a agricultura familiar ainda utiliza a força mecânica



manual (trabalho manual). Os trabalhadores precisam adaptar os seus corpos às exigências do trabalho. Isso fica evidente no desempenho das atividades laborais, onde são comuns posturas críticas que envolvem flexão e torção da coluna no manuseio de ferramentas como enxadas e foices, além de outros equipamentos.

A partir do exposto, o projeto propõe uma enxada de baixo custo automatizada para auxiliar os agricultores familiares a manusearem a terra com menos esforços na preparação do solo.

- **3 OBJETIVOS**



3.1 Objetivo geral

Desenvolver uma enxada de baixo custo automatizada, visando reduzir o esforço físico e melhorar as condições de trabalho dos agricultores familiares, promovendo assim a preservação da saúde e segurança desses trabalhadores.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar as necessidades ergonômicas e físicas dos agricultores familiares.
- Contribuir significativamente para a melhoria da qualidade de vida e saúde dos trabalhadores rurais.
- Integrar tecnologias que permitam a redução do esforço físico necessário para o uso da enxada, garantindo eficiência e praticidade.

- **METODOLOGIA**



A pesquisa foi inicialmente bibliográfica, na qual foi necessário consultar legislações, publicações e artigos sobre questões de motores necessários para adaptação aos portadores de comorbidades. A criação de uma enxada adaptada para facilitar o trabalho agrícola para portadores de comorbidades, utilizando materiais reciclados e de baixo custo.

O processo de construção precisou dos seguintes materiais:

Materiais do Protótipo

Material	Quantidade
Cadeira escolar descartada	1
Rodinhas	4
Motor de tanquinho	1
Bambu	1
Enxada para arar	1
Baterias ou fonte de energia	1
Parafusos e porcas	1
Ferramentas diversas	1
Placa solar	1

Fonte: Autores, 2024

A primeira etapa consiste na preparação da estrutura da cadeira escolar descartada, que servirá como base para o dispositivo. A cadeira, por possuir uma estrutura metálica, oferece resistência e durabilidade para suportar o uso nas lavouras.

Para iniciar a adaptação, removeu tanto o assento quanto o encosto da cadeira, deixando apenas a armação metálica. Essa estrutura será o corpo principal do equipamento.



Remoção do Assento



Fonte: Autores, 2024

O tamanho da cadeira é de 0,85 cm de altura para garantir que a pessoa possa empurrar a estrutura confortavelmente, como auxílio de tração automatizada (motor).

Após a remoção e ajuste da estrutura, garantindo a base seja sólida o suficiente para suportar os componentes que serão instalados as rodinhas. A instalação das rodinhas garante que o agricultor tenha mais facilidade ao movimentar a enxada no campo. Após as rodinhas fixadas na base da estrutura metálica da cadeira, iniciou-se a instalação do motor de tanquinho (motor reaproveitado de uma máquina descartada).

Modelo da Cadeira – 1º Protótipo



Fonte: Autores, 2024.

O motor foi instalado na central da estrutura da cadeira. Isso garantirá que não interfira no manuseio da enxada, mas ainda assim fornecerá a potência necessária para movimentar ou fornecer alertas sensoriais.

Motor

7



Fonte: Autores, 2024.

O motor foi configurado para impulsionar a estrutura, facilitando o movimento da enxada para frente sem exigir muito esforço do agricultor.

A fonte de energia do motor pode ser de duas maneiras: baterias recarregáveis ou energia solar. Foi instalado um interruptor de fácil acesso, que possa ligar ou desligar conforme sua necessidade durante o trabalho do cultivo.

O bambu será utilizado como cabo da enxada, sendo leve, resistente e de fácil manuseio. Ele permitirá que o usuário conduza a enxada de maneira ergonômica.

Com o serrote foi cortado o bambu em um comprimento adequado, entre 1,5 m para garantir que o cabo seja confortável e proporcione boa alavancagem.

O bambu será fixado na parte frontal da estrutura metálica da cadeira, nesta etapa, a lâmina da enxada foi conectada ao cabo de bambu, formando a ferramenta agrícola.

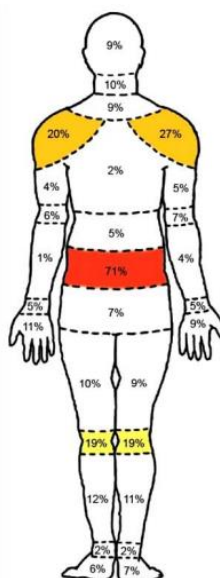
O protótipo encontra-se em fase de desenvolvimento, realizando ajustes necessários para garantir que ele atenda às necessidades ergonômicas e funcionais. Assim que finalizado essa etapa, serão realizados testes práticos para verificar se o equipamento funciona de maneira eficaz e segura, assegurando que ele atenda às expectativas dos agricultores familiares.



• RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos por Barth et al. (2016) em sua pesquisa de campo revelaram as dores e desconfortos relatados por trabalhadores da agricultura familiar, utilizando o Diagrama de Corlett e Manenica (1980) para mapear os diversos segmentos corporais afetados.

Locais de dor/desconforto dos trabalhadores decorrentes das atividades na agricultura familiar.



Fonte: Barth *et al.* (2016)

De acordo com os dados, 71% dos trabalhadores mencionaram sentir dor ou desconforto na região da coluna lombar, seguida por dores nos ombros e joelhos, causadas pelas atividades desempenhadas na agricultura.

Os trabalhadores atribuíram essas dores ao trabalho pesado e, em especial, à postura agachada exigida para o cultivo no solo. O ato de se agachar, com flexão dos joelhos ou mantendo as pernas eretas com inclinação anterior da coluna, agrava a situação e contribui para o desconforto.

Diante desses resultados, surgiu a necessidade de desenvolver um protótipo ergonômico de baixo custo. Com a possibilidade de uma possível solução e após uma



pesquisa complementar envolvendo a Assessoria de Comunicação Diana Aleixo do Movimento de Libertação dos Sem-terra (MLST) e pequenos agricultores, que reforçou a urgência de encontrar alternativas acessíveis para mitigar os problemas ergonômicos enfrentados.

A utilização de materiais acessíveis e a facilidade de manuseio são características essenciais que visam garantir a adoção do equipamento por pequenos agricultores.

Material	Quantidade	Valores
Cadeira escolar descartada	1	Gratuito
Rodinhas	4	Gratuito
Motor de tanquinho	1	R\$ 100,00
Bambu	2 metros	R\$ 6,00
Enxada para arar	1	R\$ 150,00
Baterias ou fonte de energia	1	Gratuito
Parafusos e porcas	1	Gratuito
Ferramentas diversas	1	Gratuito
Placa solar	1	R\$ 28,00
		R\$ 284,00

Fonte: Autores, 2024.

O protótipo ergonômico de baixo custo, com preço de mercado em torno de 284,00 reais, se destaca em um cenário onde soluções automatizadas podem variar entre 400 e 2.000 reais. Essa diferença de preço reflete não apenas a acessibilidade do protótipo, mas também a oportunidade de atender uma demanda específica entre agricultores familiares que, muitas vezes, não têm acesso a ferramentas mais caras.

Esse valor reduzido do protótipo ergonômico pode ser um fator decisivo para a sua adoção, permitindo que pequenos agricultores invistam em melhorias em suas condições de trabalho sem comprometer significativamente seus orçamentos. Além disso, o fato de que as opções automatizadas, embora eficientes, podem não ser projetadas para atender problemas específicos de ergonomia, destaca a relevância do protótipo



desenvolvido, que é especificamente voltado para a prevenção de desconfortos relacionados à coluna.

Assim, a proposta do protótipo ergonômico não só oferece uma solução viável e econômica, mas também representa uma alternativa focada nas necessidades dos trabalhadores da agricultura familiar, promovendo saúde e bem-estar sem a necessidade de investimentos elevados.



• 6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conclusão deste projeto reforça a urgência de intervenções voltadas para a melhoria das condições de trabalho dos agricultores familiares, evidenciada pela alta incidência de dores e desconfortos na coluna lombar, ombros e joelhos.

O desenvolvimento de um protótipo ergonômico de baixo custo se apresenta como uma solução viável para mitigar esses problemas, focando na correção das posturas inadequadas frequentemente adotadas durante as atividades de cultivo.

O protótipo, elaborado com materiais acessíveis e que favorecem a facilidade de manuseio, visa garantir a adoção por parte dos pequenos agricultores. A expectativa é que, com a sua implementação, os trabalhadores experimentem uma redução significativa nas queixas de dor, promovendo não apenas um aumento no conforto durante o trabalho, mas também um impacto positivo no desempenho das atividades diárias.

Além disso, a promoção de posturas mais saudáveis através do uso do novo equipamento tem o potencial de reduzir o risco de lesões, permitindo que os trabalhadores se dediquem de forma mais eficiente ao cultivo, o que poderá resultar em maior produtividade e renda familiar. Para maximizar os benefícios do protótipo, será fundamental acompanhar sua introdução com uma campanha educativa em ergonomia, capacitando os trabalhadores a reconhecerem a importância de posturas corretas e do uso de ferramentas ergonômicas.

Essa abordagem integrada não só melhorará a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, mas também poderá transformar suas práticas agrícolas de maneira sustentável e produtiva.

Essas iniciativas sustentáveis poderão contribuir significativamente para a qualidade de vida dos trabalhadores da agricultura familiar, promovendo um ambiente de trabalho mais saudável e produtivo.



REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J et al. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo, E-DISCIPLINAS USP, 2020. p. 248. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=3077617>. Acesso em: 05/04/2024.

ABRAHÃO, Roberto Funes; TERESO, Mauro José Andrade; GEMMA, Sandra Francisca Bezerra. A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) aplicada ao trabalho na agricultura: experiências e reflexões. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 40, p. 88-97, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/xWKf8KwkYQpFXNwV6RcBWxz/?format=html>. Acesso em: 08/08/2024.

ABRAMOVAY, R. **De volta ao futuro: mudanças recentes da agricultura familiar**. In: Seminário Nacional do Programa de Pesquisa em Agricultura Familiar da EMBRAPA, 1., 1995, Petrolina. Anais [...]. Petrolina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido, 1995. p. 17-27. Disponível em: <https://ricardoabramovay.com/1997/10/de-volta-para-o-futuro-mudancas-recentes-na-agricultura-familiar/>. Acesso em: 12/03/2024.

AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA: O QUE É, COMO FUNCIONA E DESAFIOS. Equipe TOTVS, publicado em 20/05/2022. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-agricola/agricultura-de-subsistencia>. Acesso em: 15/03/2024.

ANTERO, Juliana. **PROINF, JUVENTUDE E REESTRUTURAÇÃO TERRITORIAL DA AGRICULTURA FAMILIAR EM ALAGOAS: CONSIDERAÇÕES INICIAIS**. [s.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/download/244556/37331>>. Acesso em: 14/04/2024.

BARTH, Michele et al. **Agricultura Familiar: características ergonômicas das atividades e impactos na saúde dos trabalhadores**. Rio de Janeiro: Revista Estudos Sociedade e Agricultura, Volume: 2, Ano 24-2016, ISSN : 1413-0580, intervalo de páginas : 471- 496, 2016. Disponível em: <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/463395/>. Acesso em: 15/03/2024.

CAMPOS, Mateus. **Agricultura**. Mundo da Educação, UOL. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/agricultura.htm>. Acesso em: 15/03/2024.

COSTA, Raycam Evaristo de Oliveira. O uso de **placas fotovoltaicas**: uma revisão bibliográfica / RAYCAM EVARISTO DE OLIVEIRA COSTA. - 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/4bd78b65-8e0b-48dc-990a-6146fbd78cc3>. Acesso em: 25/07/2024



DANIELLOU, François. **A ergonomia em busca de seus princípios debates epistemológicos.** 2004. p. 244-244. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-983488>. Acesso em: 27/07/2024

DOPPLER, F. **Trabalho e saúde.** IN: FALZON, P. (Org.). Ergonomia. São Paulo, SP: Blucher, 2007. p. 47-58. Disponível em: https://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_ergonomia_isbn9788521204121. Acesso em: 12/04/2024.

DUL, Jan; WEERDMEESTER, Bernard. **Ergonomia prática.** Editora Blucher, 2012. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=vQK5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=ergonomia&ots=_4kdt6kICq&sig=N1K_ScdVM91IAxcP3w4hhbqC9rk. Acesso em: 27/07/2024.

GONZÁLEZ, Hugo; CAPPELLI, Nelson L.; TORO, Alejandro. Desgaste de enxadas rotativas operando em um solo franco-argiloso tropical. **Engenharia Agrícola**, v. 33, p. 772-781, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/tC7w4gYN7CGYXKs3QLMj4gR/abstract/?lang=pt>. Acesso: 08/08/2024.

GUIMARÃES, Lia et al. **Ergonomia: projeto e produção.** ISUU: 3. ed. São Paulo, SP: Blücher, 2016. 50 p. Disponível em: https://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_86a67e2b75ed26. Acesso em: 12/04/2024.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem.** 5. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005. Disponível em <https://pdfcoffee.com/manual-de-ergonomia-adaptando-o-trabalho-ao-homem-etienne-grandjean-pdf-free.html>. Acesso em 12/04/2024.

LEITE, Franklin Berthoni Ribeiro. **Montagem do gerador de Van de Graaff** para o uso em atividades experimentais no ensino de física. 2015. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/14049>. Acesso em: 02/09/2024.

MOURA, Bruno de Freitas. **Agricultura familiar é a 8ª maior produtora de alimentos do mundo.** Agência Brasil, publicado em 26/07/2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-07/agricultura-familiar-e-8a-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>. Acesso em: 22/03/2024.

PANORAMA DO AGRO. Equipe CNA, publicado em 02/2024. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: 22/03/2024.

VIDAL, Mario Cesar et al. Introdução à ergonomia. **Apostila do Curso de Especialização em Ergonomia Contemporânea/CESERG.** Rio de Janeiro: COPPE/GENTE/UFRJ, 2000. Disponível em: https://www.academia.edu/download/38063626/Introducao_a_Ergonomia_Vidal_CESERG.pdf. Acesso em: 27/07/2024.