

Análise Antropométrica do Uso de uma Plantadora de Mandioca

Anthropometric Analysis Of The Use Of A Manioc Planter

Carlos Aparecido Fernandes¹, Douglas da Silva², Bruna Pasquali Plent³, Eugenio Andrés Diaz Merino⁴

Resumo

Este estudo refere-se a um levantamento antropométrico realizado em uma máquina plantadora de mandioca utilizada em grupos produtivos de pequeno porte. O objetivo é fazer uma análise antropométrica do uso da máquina agrícola, visando a identificação de seus pontos críticos no que diz respeito às suas relações dimensionais. Para desenvolver o estudo, foi utilizada a metodologia de pesquisa de campo a fim de explorar dados qualitativos, abordando as imagens de diferentes percentis. Ao final estão dispostos os resultados nas imagens em cores dos pontos a ser tratados e adaptar ao conforto ergonômico.

Palavras-Chave: Plantadora de Mandioca, Grupos Produtivos de Pequeno Porte, Ergonomia, Agricultura Familiar, Antropometria.

Abstract

This study refers to an anthropometric survey developed in a planter cassava machine used in small groups productive. The objective is do an anthropometric analysis of the use of the agricultural machine, in order to identify its critics points related on its dimensional relationships. To develop the study, it was utilized the methodology of field research to explore qualitative data, covering the images of different percentiles. At the end, the results are in the images with colored points to be treated and adapted to ergonomic comfort.

Keywords: Cassava Planter, Small Groups Productive, Ergonomics, Family Farming, Anthropometry.

ISSN: 2316-7963

¹ Prof. Dr. em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira.

² Graduação em Design de Produto, Universidade Federal de Santa Catarina.

³ Graduação em Design de Produto, Universidade Federal de Santa Catarina.

⁴ Prof. Dr. em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

1. Introdução

A agricultura familiar, segundo a EPAGRI (2011), detém cerca de 30% da produção agrária no mundo e, no Brasil, representa mais de 10% do produto interno bruto nacional. A importância da agricultura familiar é, sobretudo, crucial no interior do país, onde é capaz de alimentar o mercado de trabalho de pequenas cidades.

Caracterizada por pequenas propriedades frequentemente situadas em locais de terreno irregular, predominância de trabalho manual e nível reduzido de mecanização, a agricultura familiar vem enfrentando uma série de desafios, sobretudo frente a grandes conglomerados de produção rural que têm se utilizado de métodos de produção cada vez mais eficientes (EPAGRI, 2011).

Desses hábitos, levados de norte a sul, nasceram pratos até hoje consumidos, como o arroz de carreteiro, o feijão tropeiro, ou o chamado virado paulista de feijão com farinha de milho em gordura de porco (Sabores, 2006). No Brasil, segundo dados da EPAGRI (2011), são gerados cerca de um milhão de empregos diretos a partir da produção da mandioca, considerando-se a fase de produção primária e o processamento de farinha e fécula. Segundo CEPA (2011), excepcionalmente em 2007, constata-se que, durante o período de maior concentração da produção, os níveis de preços nos segmentos farinha, fécula e polvilho azedo permaneceram relativamente mais altos que em 2006. Em Santa Catarina, o setor da Cultura da mandioca está presente em cerca de 60.000 unidades familiares de produção, abrangendo 32.000 hectares e tem produzido em 600.000 toneladas de raízes por ano, com cerca de 400 unidades de processamento e beneficiamento distribuídos por 53 municípios do estado, e apresenta uma distribuição de 45.000 toneladas de farinha, 12.500 toneladas de polvilho e 26.000 toneladas de fécula por ano, empregando 8.000 trabalhadores.

Debiasi et al. (2004) explicitam a existência de lacunas no processo de transferência de tecnologia das máquinas agrícolas do país de origem estrangeira para território brasileiro. São raras as exceções percebe-se que o processo de desenvolvimento de produto de máquinas agrícolas que ainda está baseado na definição de demanda de mercado e na adaptação de concepções de máquinas já existentes, resultando em produtos lançados no mercado com características muito parecidas com a dos concorrentes e com baixo conteúdo de inovação tecnológica (Romano, 2003).

Segundo Pretroski (1999), "a Antropometria, embora possa tão-somente destinar-se à medição dos segmentos corporais constitui-se, pois, em "área-base" para o estudo do Homem."

As práticas de plantio executada na agricultura envolve a Ergonomia Física, e esta concerne às características da anatomia humana, Antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação à atividade física. Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios muscu-

loesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde (IEA, 2009). Dessa forma, o processo torna-se ineficiente, desestimulando o produtor e afetando os demais segmentos da cadeia produtiva da mandioca, responsáveis pela sua distribuição e processamento (Silva et al. 2008).

As plantadoras de mandioca adaptadas ao sistema de plantio direto disponível comercialmente, apresentam sérias limitações tecnológicas no revolvimento do solo no sulco de plantio (Fey, 2009). Com isso, a operação de plantio da mandioca na pequena propriedade é, geralmente, efetuada manualmente, em covas preparadas com enxadas ou em sulcos abertos e fechados com tração animal, operações que demandam tempo e significativo desgaste físico (Alonço, 2009).

A ergonomia ajuda a projetar máquinas adequadas ao uso humano, reduz a fadiga e o desconforto físico do trabalhador, diminui o índice de acidentes e o absenteísmo. Em outras palavras aumenta a eficiência, reduz os custos e proporciona mais conforto e bem-estar ao ser humano (Lida, 2005). Os grupos produtivos de pequeno porte fazem parte do processo de transformação estrutural do espaço rural de Santa Catarina, já é um fato evidente (Altmann, 2010).

Nestes grupos produtivos de pequeno porte temos a agricultura familiar produzindo alimento para manter-se na área rural, e uma das atividades de subsistência é o plantio de mandioca, sendo o alimento que serve para a sustentação e sobrevivência no campo. As atividades desenvolvidas são árduas e trabalhosas, o plantio é feito com pequenas ferramentas, como enxada, cavadeiras, etc. Trabalhos executados com estas ferramentas levam o trabalhador a ter problemas de saúde e produtividade.

No caso dos agricultores, as demandas profissionais podem estar relacionadas ao contexto produtivo no qual o agricultor se expõe para executar suas atividades, como os aspectos físicos, organização do trabalho, das exigências de produtividade o qual é exposto (Abrahão; Torres, 2004).

A agricultura familiar tem executado seu trabalho com dificuldades, utilizando nas atividades de plantio força física, ocasionando desgastes, stress e adoecimentos. Conforme CEPA (2011), as dificuldades financeiras que os agricultores apresentam para adquirir equipamentos de tração motorizada, trabalhando com a própria força e utilizando animais, isto leva a ter problemas como: adoecimentos, acidentes e baixa produtividade, estes são os motivos pelos quais deve ser projetada uma plantadora de mandioca com foco na Ergonomia centrado no usuário.

Para Lida (2005) a qualidade ergonômica do produto inclui a facilidade do manuseio a adaptação antropométrica, o fornecimento claro de informações, as compatibilidades de movimentos e demais itens de conforto e segurança, o que justifica a sua aplicação no contexto do maquinário agrícola.

Estes fatores estão relacionados com a Ergonomia física que concerne às caracte-

terísticas da anatomia humana, Antropometria, fisiologia e busca mostrar o esforço físico exercido pelo usuário, a composição do ambiente do posto de trabalho, as posturas adotadas durante as atividades, os movimentos repetitivos, as dores músculo esqueléticos e a resistência relacionada ao trabalho.

Nesse sentido, pode-se dizer que a saúde é uma importante variável quando se considera a análise global das atividades desenvolvidas no trabalho e da mesma forma, a qualidade de vida vem sendo apontada como importante para a verificação das condições de trabalho (Ferreira, 2008).

Segundo Lida (2005), complementa que a atividade agrícola merece atenção das mais diversas áreas do conhecimento, assim como às atividades de trabalhadores industriais e de escritórios, como é o caso das estratégias utilizadas em Ergonomia.

Diante dessas premissas, é importante a realização de avaliação no que tange o trabalho dos agricultores, considerando as relações organizacionais, psicológicas (cognitivas), físicas e de saúde visando à identificação dessas relações com as queixas musculoesqueléticas.

A oferta de equipamentos e ferramentas para esta categoria que incorporem os princípios ergonômicos, segundo Alonço (2004) quando se pleiteia a necessidade de que a fabricação de máquinas agrícolas seja realizada condicionada pelos fatores ergonômicos e de segurança do homem, que as opera, o fabricante tem bastante claro que isto pode significar um incremento, nada desprezível, dos custos de produção que haverá de repercutir no preço final do produto. Isto viabiliza aos grupos produtivos de pequeno porte a adquirir equipamento que venha satisfazer suas necessidades.

Objetivo é incorporar os requisitos ergonômicos, referente às exigências físicas, numa plantadora de mandioca utilizada em grupos produtivos de pequeno porte do setor da agricultura, considerando seus reflexos na saúde e produtividade do trabalhador.

2. Ergonomia

Segundo Lida (2005), é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. O termo trabalho tem um sentido um pouco mais amplo, não diz respeito só às máquinas e equipamentos, mas também abrange a interação do homem com seu trabalho, sua interface com as máquinas e equipamentos, por meio de controles e mostradores.

Assim a Ergonomia tem por objetivo, por meio do estudo do ser humano, aumentar a eficiência do seu trabalho, fornecendo dados para que este possa ser dimensionado de acordo com as reais capacidades e limitações do organismo.

A Ergonomia ajuda a projetar máquinas adequadas ao uso humano, reduz a fa-

digas e o desconforto físico do trabalhador, diminui o índice de acidentes e ausência no trabalho. Em outras palavras aumenta a eficiência, reduz os custos e proporciona mais conforto e bem-estar ao ser humano (Iida, 2005). A definição em si da Ergonomia é indicada como derivação das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras), ou seja, a Ergonomia pode ser considerada como o estudo das leis do trabalho. Nos Estados Unidos também se utiliza como sinônimo *human factor* (fatores humanos) (Dull; Weerdmeester, 1995).

No Brasil, a Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO (www.abergo.org.br) adota a classificação do entendimento em Ergonomia como o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociativa, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas (ABERGO, 2011). No âmbito internacional, a Associação Internacional de Ergonomia (International Ergonomics Association) (www.iea.org.br) conceitua a Ergonomia e suas especializações. Para a Associação, a Ergonomia é a disciplina científica que estuda as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visem aperfeiçoar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas (IEA, 2011).

Por meio das interações da máquina com o ser humano, envolve outro atributo do conhecimento humano que é a usabilidade, a experiência do usuário com os equipamentos. No final dos anos 80, foram desenvolvidas as primeiras abordagens métodos, técnicas e ferramentas destinadas a apoiar a construção de interfaces intuitivas, fáceis de usar e produtivas. A engenharia de usabilidade saía dos laboratórios das universidades e institutos de pesquisa e começava a ser implementada, como função nas empresas desenvolvedoras de software interativo. Dentre elas, especialmente as Normas ISO da série 9241 conforme Cybis et al. (2010).

Pode-se entender a Ergonomia como o conjunto de conhecimentos a respeito do homem em atividade necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de eficiência, conforto e segurança. Esses conhecimentos devem também ser utilizados pelos responsáveis pela organização do trabalho, de forma a definir jornadas, cadências, pausas, hierarquias e outros elementos que contribuam para o bem estar dos trabalhadores e para a produtividade do trabalho.

Segundo Rio, Pires (2001), na Grécia e na Roma antiga o trabalho era reservado para escravos, sendo considerado indigno de seres humanos livres. Entre os hebreus, o trabalho era visto de forma menos indigna, mas mantinha uma conotação predominantemente negativa. Era visto como missão sagrada para exibição do pecado original. Apenas no renascimento se iniciou um processo de valorização do trabalho, paralelamente a uma valorização da vida terrena, material. Nos últimos anos, dentro do contexto da globalização da economia, vem sendo abordado de forma paradoxal.

Por um lado é extremamente valorizado e recompensado. Por outro, provavelmente em função do desequilíbrio entre oferta e procura que tem gerado multidões de desempregados vem sendo drasticamente desvalorizado. Muitas situações de trabalho e da vida cotidiana são prejudiciais à saúde. As doenças do sistema músculo esquelético (principalmente dores nas costas) e aquelas psicológicas (estresse) constituem a mais importante causa de absenteísmo e ao de incapacitação ao trabalho. A probabilidade de ocorrência dos acidentes pode ser reduzida quando consideram adequadamente as capacidades e limitações humanas durante o projeto de trabalho e de seu ambiente.

A Ergonomia pode contribuir para reduzir esses problemas (Dull; Weerdmeester, 1995). Para Lida (2005), o nosso ambiente é constituído de pessoas, umidade do ar, iluminação, as condições de temperatura, de pressão, de vibração, os móveis, os equipamentos, as edificações, etc., onde a combinação desses elementos leva ao nascimento de produtos e serviços. Mas quando estas condições são desfavoráveis surgem às tensões que aumentam o risco de acidentes, desconfortos e pode provocar danos consideráveis a saúde. A mecanização levou o desemprego aos trabalhadores rurais, visto que a mão de obra foi substituída por máquinas como: tratores, colhedoras, semeadoras e outras, que faziam o trabalho de muitos lavradores. Por outro lado, gera outros empregos na cadeia de produção e beneficiamento da produção, bem como torna o trabalho menos árduo e aumenta em muito a capacidade de produção e, assim, reduz custos, gerando desta forma melhoria da qualidade devida de toda a população. A Mecanização agrícola tem como objetivo o emprego adequado dos equipamentos e máquinas agrícolas, visando sua otimização e viabilidade da obtenção de altas produtividades agropecuárias, com a racionalização dos custos e a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente.

Dentre as máquinas de plantio e transplante disponíveis hoje, a grande maioria não é adequada aos agricultores de pequenas propriedades, devido ao custo de aquisição, à fonte de potência empregada e ao porte da máquina, fazendo com que esses deixem de ser competitivos nessa área de atuação, induzindo-os a migrar para as cidades, causando outros problemas. Como já foi comentado existe falta de mecanização adequada às necessidades regionais, para atender as necessidades locais, de tecnologia para grupos produtivos de pequenos portes, constituindo essas necessidades regionais uma lacuna para novos desenvolvimentos (Silva et al., 2006).

Diante da situação de carência de equipamento para os pequenos agricultores que tem grandes dificuldades financeiras, eles partem para executar todas as atividades de plantio manualmente, isto tem sido muito árduo e trabalhoso. Os reflexos desta situação são o afastamento e abandono das atividades rurais, procurando substituir a atividade rural por outra que apresenta menos dificuldades e problemas de saúde. A agricultura tradicionalmente caracteriza-se por uma série de atividades exercidas pelas mesmas pessoas, o que gera uma sobrecarga de tarefas, causando fadiga, doenças relacionadas ao trabalho e diminuição da capacidade produtiva (Polletto et al., 2008).

O Brasil, país de economia agrícola promissora, necessita dos conhecimentos ergonômicos, pois segundo Albuquerque e Nicol (1987, p. 244) embora as tendências de produtividade agrícola tenham apresentado melhorias consideráveis na maior parte dos produtos, a agricultura brasileira como um todo apresenta baixos níveis de eficiência técnica. A baixa produtividade pode ser explicada não apenas em termos de ineficiência ao nível produtivo nas fazendas, mas também, bastante significativamente, pela inadequação de infraestrutura.

A agricultura brasileira, segundo Nogueira (2001, p. 78) apresenta enormes contrastes na utilização de tecnologia pelos produtores rurais, visto que unidades com uso intensivo de tecnologias e alta produtividade coexistem com pequenas propriedades sem acesso a tecnologia, crédito ou assistência técnica, com baixas produtividades e dificuldades de sobrevivência. A Ergonomia vislumbra máquinas que permita ao usuário o conforto e a segurança para garantir uma produtividade satisfatória sem comprometer a integridade do operador. Através da adequação do posto de trabalho as necessidades do trabalhador seriam minimizadas Rozin (2004, p. 4) entende também que a Ergonomia contribuirá nos índices de produção ou na qualidade do produto.

2.1.1 Análise Antropométrica de uma Plantadora de Mandioca

Segundo Pretroski (1999, p. 12), "a antropometria, embora possa tão-somente destinar-se à medição dos segmentos corporais, constitui-se, pois, em "área-base" para o estudo do Homem." Partindo-se deste princípio, iniciou-se a análise do posto de trabalho da máquina transplantadora de mandioca, conforme figura1 projetada por (Carrafa, 2002).

É comum associar o processo de mecanização agrícola à derrocada da produção agrária proveniente de pequenos produtores. Todavia, a introdução desse processo na realidade dos produtores pode ser um meio para a manutenção de sua competitividade. Neste sentido, o grande empecilho que ainda persiste é o custo elevado e o fato de o maquinário necessário para tal não ser adaptado à realidade típica dos pequenos produtores, apresentando porte excessivamente grande e resultando em um saldo inferior ao que se esperaria dado o elevado investimento inicial que se faz necessário.

Verifica-se assim uma brecha no mercado para a inserção de um maquinário adequado à realidade apresentada. Assim, visando tal contexto, foi desenvolvida por Carrafa (2002) no programa de mestrado em engenharia mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina uma máquina transplantadora de mudas. Vislumbrando a criação de uma máquina plantadora de mandioca destinada à pequenos produtores rurais do estado de Santa Catarina, a máquina transplantadora de mudas passou por modificações, tornando-a apta ao plantio de mandioca.

Dessa forma, propõem-se aqui a análise antropométrica de tal máquina, deter-

minando seus pontos críticos no que diz respeito à antropometria, visando a posterior promoção de melhorias no projeto da mesma.

3. Método

O desenvolvimento desta análise será executado a partir da coleta dos dados disponíveis na bibliografia aqui utilizada.

A avaliação antropométrica se dará a partir de um ponto de vista antropométrico. Ressalta-se, contudo, que, em um primeiro momento, a análise dos pontos críticos da máquina transplantadora de mudas será realizada tendo em conta apenas medidas objetivas.

A partir da máquina transplantadora de mandioca já referida, e utilizando de modelos que atendam aos percentis 5%, 50% e 95% descritos por Dreyfuss (2005), em "As Medidas do Homem e da Mulher", aplicou-se a técnica de fotogrametria, consistindo na obtenção das fotografias de pessoas correspondentes aos percentis citados se utilizando da máquina para a posterior realização de uma análise de ângulos e alcances com o auxílio do software de vetorização CorelDraw Graphic X5 (2010).

Denota-se ainda que as análises no software partiram da articulação do tronco com as pernas, o que constitui o chamado Ponto H, considerado o ponto de partida universal para a análise ergonômica de veículos, suscitando na análise de diversos outros aspectos.

O Ponto H é a posição vertical relativa do quadril do ocupante, especificamente o ponto de pivô entre o torso e as parcelas superiores do pé do corpo, relativo ao assoalho do veículo e pertinente ao conforto do assento, à visibilidade do veículo no tráfego e aos outros fatores de projeto.

O Ponto H tem influência bastante significativa no projeto total de um veículo, determinando a altura do teto, a aerodinâmica do veículo, a visibilidade, o conforto, facilidade da entrada e a saída, acomodação dos ocupantes em seu interior, segurança dos mesmos e na determinação da limitação da carroceria e desempenho desta no caso de colisão.



Figura 1: Máquina plantadora de mandioca
Fonte: os autores

Primeiramente, realizou-se uma pesquisa observatória em que um usuário com as medidas equivalentes ao percentil 99% entrou e se acomodou no veículo agrícola, simulando a posição de trabalho. A partir de uma fotografia obtida no momento de uso, foi possível medir e avaliar os ângulos e as posições do mesmo (Figura 1), verificando se estavam de acordo com as especificações técnicas antropométricas ideais. De acordo com a figura 2 em amarelo e os traçados azuis representam os ângulos e medidas reais do trabalhador com percentil 99%, nem sempre estando de acordo com as normas ergonômicas. Dentre os ângulos e medidas reais, os pontos críticos estão circulados em vermelho e os pontos considerados adequados, porém, passíveis de melhoria, estão circulados em verde.



Figura 2: Vista lateral – percentil 99% Fonte: os autores

3.1.1 Análise do percentil 99%

A análise teve como ponto de partida o Ponto H, constituído pela articulação do tronco com as pernas, conforme já mencionado, considerado o ponto inicial para a análise ergonômica de veículos. O ângulo em questão, entre o tronco e as pernas, deveria apresentar 100° , mas, na verdade, o ângulo vislumbrado no piloto de percentil 99% possui apenas $85,78^\circ$, denotando um ponto crítico negativo acarretado pelo uso do veículo. O ângulo criado a partir da articulação do joelho, entre fêmur e tíbia, possui aproximadamente 77° , quando na verdade deveria ter entre 110° e 120° para que não acarretasse ônus ao piloto. Já o ângulo de inclinação do apoio de pé, entre a tíbia e a região dorsal do pé, praticamente se enquadra na angulação indicada, com $103,86^\circ$, sendo o valor correto algo entre 85° e 100° . Desta forma, este ângulo mostra um ponto adequado, porém passível de melhoria no cockpit da máquina.

O tamanho do encosto do banco do piloto, com 392 mm, encontra-se fora dos padrões recomendados para todos os percentis, que é de 457 mm para o percentil 1% e 558 mm para o percentil 99%. O comprimento de base do assento também está abaixo do indicado para este tipo de veículo, tendo 290 mm, sendo 419 mm o recomendado. Além disso, uma das especificações propostas para veículos para a agricultura e indústria é a inclinação do banco em relação ao chão. Indica-se 5° de

inclinação, sendo que o banco da plantadora em questão encontra-se nos padrões.

O movimento do ombro para alcançar a caixa onde se encontram as manivas deveria ter uma angulação máxima de 90° entre o eixo do braço e o tronco do trabalhador, enquanto que no piloto em questão o ângulo gira em torno de $103,96^\circ$. Este ponto crítico, por apresentar grande divergência do ângulo recomendado, representa um ponto crítico que culminaria em futuros danos à saúde do piloto. Outra análise feita realizada levou em conta a vista superior (Figura 3). A partir desta imagem, foi possível analisar o ângulo de abertura das pernas do piloto, bem como o ângulo de torção do joelho em relação à sua tíbia. O ângulo aceitável de abertura das pernas do piloto é de no máximo 25° , e o piloto percentil 99% encontra-se com a angulação sugerida. Além disso, seu joelho não está sofrendo torções, com a parte superior da perna alinhada à parte inferior do membro.



Figura 3: Vista superior – percentil 99% Fonte: os autores

3.1.2 Análise do percentil 50%

Da mesma forma como ocorreu a avaliação quanto ao percentil 99%, procedeu-se quanto ao percentil 50%, realizando-se uma pesquisa de observação com o auxílio de uma pessoa de percentil equivalente ao 50%. Esta se sentou e acomodou-se na máquina, também simulando a posição de trabalho que se mantém durante o uso da transplantadora de mudas, para que assim se pudessem determinar os pontos críticos gerados na realização do trabalho.



Figura 4: Vista lateral – percentil 50% Fonte: os autores

Em seguida, a partir da obtenção de uma fotografia da vista lateral da máquina, puderam-se extrair os ângulos antropométricos representados na imagem acima.

Nesta imagem, as circunferências azuis representam os pontos de articulação, sendo os pontos críticos os valores circunferenciados em vermelho e os pontos adequados, onde, porém, cabem melhorias, os valores circunferenciados em verde. Analisando os ângulos apresentados na imagem, no ponto H observa-se um ângulo entre tronco e pernas de $94,08^\circ$ para pessoas de percentil 50%, considerado inadequado e, portanto, crítico, já que, segundo o proposto por Dreyfuss, um ângulo ideal neste local seria de 100° . Quanto ao ângulo obtido a partir da articulação do joelho, entre fêmur e tíbia, o percentil 50% apresentou um ângulo de $101,51^\circ$, também considerado inadequado frente aos valores entre 110° e 120° tido como ideais.

O ângulo encontrado a partir da articulação do tornozelo, entre a tíbia e a região dorsal do pé foi de $100,55^\circ$, apenas ligeiramente acima de valores ideais, que se situam entre 85° e 100° . Assim, identifica-se tal ângulo como passível de melhoria, contudo, não pode ser necessariamente considerado um ponto crítico. A partir da articulação do ombro, o ângulo obtido entre o úmero e o tronco, tendo em conta a altura da caixa onde o usuário da máquina extrairia as mudas/manivas, foi de $101,86^\circ$. Trata-se de um resultado consideravelmente abaixo do ângulo máximo de 90° , indicado como ideal, constituindo assim um ponto crítico que poderia acarretar grande ônus ao bem estar do trabalhador durante uso mais intensivo da máquina. Da mesma forma como ocorreu com o exemplar de percentil 99%, o banco do piloto não apresentou dimensões adequadas para o percentil 50%, possuindo, como já relatado, altura e largura insuficientes até mesmo para alguém de percentil 1%.

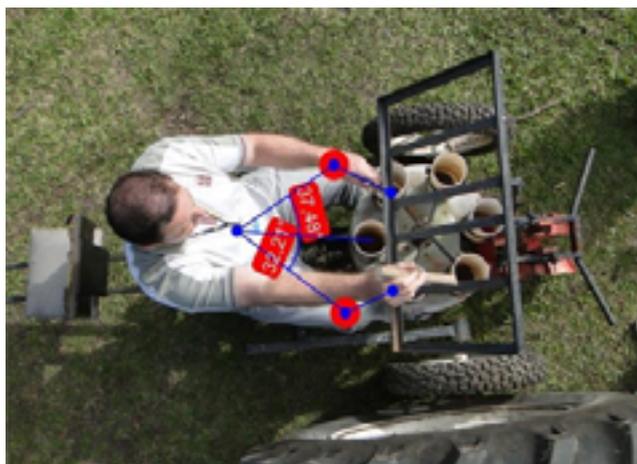


Figura 5: Vista superior – percentil 50% Fonte: os autores

Obteve-se ainda uma fotografia da vista superior do exemplar de percentil 50% fazendo uso da máquina. Como já mencionado, nesta vista, são analisados os ângulos de abertura das pernas do piloto, assim como o ângulo de torção do joelho em relação à sua tíbia.

Quanto ao ângulo de abertura das pernas do exemplar de percentil 50%, neste vislumbrou-se o valor entre $32,21^\circ$ e $37,48^\circ$, inadequado frente ao valor ideal de 25° , o que constitui mais um ponto crítico a ser corrigido. A partir desta vista, nota-se ainda certo desvio na perna, entre a parte anterior ao joelho e a parte posterior, devido ao posicionamento inadequado dos apoios de pé. De uma maneira geral, nota-se que o exemplar de percentil 50% apresenta basicamente os mesmos pontos críticos observados no exemplar de percentil 99%, assim, mesmo que as medidas do primeiro, em teoria, se ajustassem melhor as dimensões limitadas do veículo.

3.1.3 Análise do percentil 5%

Por fim, o percentil 5% foi o último analisado, acomodando um exemplar deste percentil na plantadora de mandioca (Figura 6). Assim como feito anteriormente, compararam-se os ângulos ótimos sugeridos na bibliografia com os ângulos reais. Os ângulos reais adequados estão destacados em verde, enquanto que os pontos críticos encontram-se destacados em vermelho.



Figura 6: Vista lateral – percentil 5% Fonte: os autores

Dentre os ângulos existentes no percentil 5% do piloto que são considerados próximos ao adequado, encontram-se o de rotação da cabeça, com aproximadamente 48° , enquanto o máximo aceitável é de 50° ; o ângulo a partir da articulação do joelho, entre fêmur e tíbia apresenta $111,87^\circ$, sendo ideal algo entre 100° e entre 110° ; da mesma maneira, o ângulo de apoio dos pés, localizado entre a tíbia e a região dorsal dos pés também está correto, apresentando $110,04^\circ$, algo aproximado aos padrões sugeridos, algo entre 85° e 110° .

Os pontos críticos encontrados ao acomodar um piloto de percentil 5% foram o ângulo de deslocamento dos braços para o alcance das manivas/mudas, com $116,01^\circ$, sendo o recomendado é a angulação máxima de 90° ; além disso, o ângulo extraído a partir do ponto h também é crítico, apresentando o valor de $91,25^\circ$ frente aos 100° considerados adequados.

Também foi feita uma análise em relação à vista superior do percentil 5% (Figura 7). A partir desta imagem, foi possível analisar o ângulo de abertura das pernas do piloto, bem como o ângulo de torção do joelho em relação à sua canela. Segundo esta análise temos visto que os percentis apresentados não atendem os requisitos de projetos, tendo os ângulos e medidas fora do alcance ergonômico, dificultando o trabalho do operador.



Figura 7: Vista superior – percentil 5% Fonte: os autores

O piloto percentil 5% encontra-se com a angulação de abertura das pernas em descompasso com a recomendada. O ângulo aceitável de abertura das pernas do piloto é de no máximo 30° e o piloto percentil 5% encontra-se com a angulação em torno de 40°. Seu joelho está sofrendo torções, sendo que sua parte superior da perna não está alinhada à parte inferior da perna. Este ponto crítico pode causar lesões em longo prazo.

3.1.4 Observações gerais

Em síntese, basicamente todos os pontos críticos observados durante a análise são recorrentes em cada um dos percentis avaliados. Dentre tais pontos, pode-se destacar o ângulo extraído a partir do Ponto H, entre o tronco e as pernas, onde nota-se que, quanto maior o percentil, maior é o afastamento da angulação real frente a considerada adequada.

Outro ponto crítico que merece particular destaque diz respeito ao ângulo extraído a partir da articulação dos ombros, gerado enquanto o trabalhador retira as manivas/mudas da caixa que as armazena para depositá-la no orifício de plantio da máquina. Estando a caixa posicionada em um local demasiadamente elevado, o trabalhador vê-se posicionando suas mãos muito ao alto, gerando um grande ângulo, ficando muito acima do adequado e suscitando em grande desconforto para o trabalhador.

Um terceiro ponto crítico bastante pertinente observado foi o grande ângulo de abertura das pernas dos exemplares de diferentes percentis para o uso da máquina, gerando não apenas desconforto, mas também desequilíbrio durante o uso, devido também ao mau posicionamento dos apoios para os pés.

4. Conclusão

Denota-se que esta análise antropométrica levou em consideração apenas os ângulos observados nos percentis propostos durante a utilização da máquina. De qualquer forma, uma série de outras análises será executada, vislumbrando outras questões como: alcances, torção do tronco e, até mesmo, questões cognitivas. Apesar dos benefícios que esta máquina poderão prover aos pequenos grupos produtivos, são muitos os aspectos passíveis de melhoria. Mais do que isso, foram observados diversos pontos críticos bastante graves que certamente provocariam grande desconforto e ônus à saúde do trabalhador que fizesse uso da transplantadora de mudas. De qualquer maneira, nota-se que os dados obtidos por meio desta análise são de grande utilidade para futuras implementações em novas versões da máquina, suscitando em um projeto que seja, de fato, adequado às necessidades e características típicas de pequenos produtores rurais.

Referências

ABERGO, Associação Brasileira de Ergonomia, 2012. *Classificação do entendimento em Ergonomia*. [online] Available at: www.abergo.org.br [Accessed: 05 February 2011].

Abrahão, J. and Torres, C., 2004. Entre a organização do trabalho e o sofrimento: o papel de mediação da atividade. *Revista Produção*, 14 (3), p.67-76.

Albuquerque, M. and NICOL, R., 1987. *Economia agrícola*. São Paulo: McGraw-Hill.

Alonço, A., 2009. *Máquinas para plantio e transplântio*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.

Altmann, R. et al., 2010. *Perspectivas para agricultura familiar: horizonte*. Florianópolis: Instituto Cepa/SC.

Carrafa, C., 2002. *Desenvolvimento de uma máquina transplantadora para pequenas propriedades rurais utilizando uma abordagem de projeto de sistemas modulares*. Master. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

CEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, 2008. Florianópolis. [Online] Available at: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/> [Accessed: 15 June 2011].

CorelDraw Graphic X5, 2010. Canadá: Corel Corporation.

Cybis, W. et al., 2010. *Ergonomia e Usabilidade*. São Paulo: Novatec.

Debiasi, H. et al., 2004. Desenvolvimento do coeficiente parcial de ergonomia e segurança em tratores agrícolas. *Engenharia Agrícola de Jaboticabal*, 24 (3), p.727-735.

Dreyfuss, H., 2005. *As medidas do homem e da mulher: Fatores humanos em design*. Porto Alegre: Bookman.

Dull, J. and Weerdmeester, B., 1995. *Ergonomia Prática*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

EPAGRI, 2011. *Órgão oficial de Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária do estado de Santa Catarina*. [online] Available at: <http://www.epagri.sc.gov.br> [Accessed: 23 May 2011].

Ferreira, M., 2008. A Ergonomia da atividade se interessa pela qualidade de vida no trabalho? Reflexões empíricas e teóricas. *Cadernos de Psicologia Social do Trabalho*, 11 (1), p.83-99.

Fey, F., 2009. *Aperfeiçoamento de um mecanismo sulcador para plantio direto da mandioca*. PhD. Universidade Federal de Santa Maria.

IEA – International Ergonomics Association, n.d. *Domínios especializados da Ergonomia*. [Online] Available at: <http://www.acaoergonomica.ergonomia.ufrj.br/edicoes/vol2n1/artigos/1.pdf> [Accessed: 02 May 2011].

Lida, I., 2005. *Ergonomia: Projeto e Produção*. 2nd ed. São Paulo: Edgard Blücher.

Nogueira, A., 2011. Mecanização da agricultura brasileira: uma visão prospectiva. *Caderno de pesquisa em administração*, 8 (4).

Poletto, A. et al. (2008) Revisão de aspectos teóricos e metodológicos do uso de mapas cognitivos na ergonomia. *Revista Produção Online*, 8 (2).

Pretoski, E., 1999; *Antropometria: Técnicas e Padronizações*.
Porto Alegre: Pallotti.

Rio, R. and Pires, L., 2001. *Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica*. 3rd ed. São Paulo: LTR.

Romano, R., 2003. *Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas*. PhD. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

Rozin, R., 2004. *Conformidade do posto de operação de tratores agrícolas nacionais com normas de ergonomia e segurança*. Master. Universidade Federal de Santa Maria.

Sabores, 2006. *Revista Sabores da Terra: BRASIL*.

Silva, J. et al., 2008. *Cultura da batata-doce*. EMBRAPA.

Silva, R. et al., 2006. Efeitos da roda compactadora de semeadoras sob cargas verticais na deformação do solo com dois teores de água. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, 26 (2), p.511-519.