

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO
DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

CARLOS APARECIDO FERNANDES

**ERGONOMIA E PROJETO: contribuições no projeto de
ferramentas manuais para agricultura familiar com ênfase nos
reflexos físicos da atividade de extração manual de mandioca**

**FLORIANÓPOLIS
2014**

CARLOS APARECIDO FERNANDES

ERGONOMIA E PROJETO: contribuições no projeto de ferramentas manuais para agricultura familiar com ênfase nos reflexos físicos da atividade de extração manual de mandioca

Tese apresentado a Banca Examinadora como requisito para obtenção do título de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina

Orientador: Prof. Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino

**FLORIANÓPOLIS
2014**

F363 FERNANDES, Carlos Aparecido.

Ergonomia e projeto: contribuições no projeto de ferramentas manuais para agricultura familiar com ênfase nos reflexos físicos da atividade de extração manual de mandioca/ Carlos Aparecido Fernandes. – Florianópolis, 2014.

154 f. : il. ; 14,8cm21cm.

Tese (Tese em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

Bibliografia: f. 124-127.

1. Ergonomia. 2. Saúde. 3. Agricultura familiar. 4. Extrator manual mandioca. I. Título.

CDU 65.015.11

Ficha catalográfica elaborada por Marcelo Cavaglieri CRB 14/1094

CARLOS APARECIDO FERNANDES

ERGONOMIA E PROJETO: contribuições no projeto de ferramentas manuais para agricultura familiar com ênfase nos reflexos físicos da atividade de extração manual de mandioca

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção, especialidade em Ergonomia, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 24 de fevereiro de 2014.

Prof. Dra. Lucila Maria De Souza Campos
Coordenador do Curso de Pós-Graduação Em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino (Orientador)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dra. Albertina Pereira Medeiros (membro externo)
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Vilson João Batista (membro externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Dra. Eliete Auxiliadora Assunção Ourives (membro externo)

Prof. Dr Luiz Fernando Gonçalves de Figueiredo (membro interno)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Antonio Carlos de Souza (membro interno)
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

À Deus pela sabedoria, saúde e amor e por tudo de bom que aconteceu e está acontecendo em minha vida.

À minha esposa Celeni, e aos meus filhos Junior e Tiago: Estrutura, compreensão, amor e graça da minha vida. Aos meus pais Anísio e Maria Helena, aos meus irmãos João Batista e Silvana e no final do doutorado a chegada do meu neto João Marcelo Batista Fernandes e também ao Professor Fleury Gonçalves de Araújo “*in memorium*” pelo incentivo de apreender a ler e escrever do primeiro ao quarto ano primário.

Ao meu orientador de mestrado, Professor Dr. Luíz César da Silva, pelo apoio para cursar doutorado.

À Rosimeri Maria de Souza, secretaria do PPGEP/UFSC, pela cordialidade e presteza.

Aos pesquisadores do NGD – Núcleo de Gestão de Design & Laboratório de Design e Usabilidade: Giselle Schmidt Alves Díaz Merino, Clarissa Stefani Teixeira, Lucas José Garcia, Julio Monteiro Teixeira, e Silvia Marcia Fiori Sala.

À todos os colegas de pós-graduação, em especial aos amigos, Nelson Ferreira Filho, Thaiana Pereira dos Anjos, João Marcos Bernardes, Pedro Reis, Lizandra da Silva Menegon, Eva Seitz, Danilo Pereira e José Roberto Mateus Junior pelo companheirismo e troca de conhecimentos.

Ao pesquisador da estação experimental da Epagri de Urussanga Enilto de Oliveira Neubert que forneceu a ferramenta inicial para realizar a pesquisa, a coordenadora do Projeto Valor da Roça Cíntia Uller Gómez e ao Ilmar Borchardt gerente do Epagri/CEPA, que proporcionaram a pesquisa indicando as comunidades para realizar as coletas de dados.

Aos agricultores do Estado de Santa Catarina da Bacia de três Riachos, que compreende as Comunidades de: São Mateus, São Marcos, Fazendas e Canudos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino, pela confiança depositada em minha pessoa, pela disposição, pelos ensinamentos e orientações, e principalmente o incentivo durante os obstáculos encontrados durante esta jornada.

Os donos do futuro são aqueles que conhecem o poder da cooperação: trabalham sempre em equipe, amam seus times antes de realizar um projeto e lutam até alcançar os seus sonhos.

Roberto Shinyashiki

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar a carga física de trabalho na agricultura familiar do Estado de Santa Catarina especificamente na Bacia de três Riachos que compreende as comunidades de São Mateus, São Marcos, Fazendas e Canudos. Caracteriza-se como um estudo de caso com abordagem quantitativa. Para a caracterização dos agricultores foi utilizado um questionário sociodemográfico e o questionário Nórdico para a identificação de queixas musculoesqueléticas, além, das avaliações das posturas corporais adotadas por 19 agricultores durante a realização do arranque manual de mandioca em terreno plano e inclinado, com a ferramenta manual, inicialmente proposta, para a realização da extração da mandioca. As avaliações das posturas adotadas e das ações de operações efetuadas foram obtidas através da técnica do protocolo Rula e do *Xsens MVN Biomech*. Visando identificar os requisitos ergonômicos necessários para construção de um novo projeto de ferramenta para realizar a extração manual de mandioca, os resultados foram analisados e correlacionados. Os resultados indicam as queixas musculoesqueléticas mais frequentes foi na coluna lombar, cervical, ombros, braços, punhos e dedos, dificultando o desempenho das atividades. Ao comparar a atividade de extração de raízes de forma manual e com o auxílio da ferramenta verificou-se que mantêm as mesmas queixas musculoesqueléticas. Os requisitos ergonômicos a serem incorporados no projeto da nova ferramenta para a extração manual de mandioca mostrou-se adequado para a redução da carga física do trabalho de extração manual de mandioca.

Palavras-chave: Ergonomia. Saúde. Agricultura familiar. Extrator manual mandioca.

ABSTRACT

FERNANDES, Aparecido Carlos. **Ergonomia e projeto:** contribuições no projeto de ferramentas manuais para agricultura familiar com ênfase nos reflexos físicos da atividade de extração manual de mandioca. 2014. 154f. tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

It has been the purpose of this research to account for the physical workload on the family agriculture in the State of Santa Catarina, more specifically in the communities within the area of Três Riachos River Basin, which are São Mateus, São Marcos, Fazendas and Canudos. This is a case study with a quantitative approach. In order to describe the producers a sociodemographic questionnaire and the Norse questionnaire have been used in order to identify musculoskeletal complaints besides the body postures adopted by 19 farmers during the manual extraction of manioc on plain and inclined ground, with the manual tool initially proposed for the extraction of manioc. The evaluations of the postures adopted and of the operations undertaken have been obtained through the technique of Rula and *Xsens MVN Biomech* protocol. Intending to identify the necessary ergonomic requirements for the construction of a new tool project to carry out the manual extraction of manioc, the results have been analyzed and correlated. The results show that the most frequent musculoskeletal complaints were on the lumbar spine, cervical spine, the shoulders, arms, wrists and fingers, making the accomplishment of activities difficult. When comparing the root extracting activity carried out manually to the one undertaken with the help of a tool, it has been noted that musculoskeletal complaints remain the same. The ergonomic requirements to be incorporated in the project for the new manual manioc extraction tool have shown to be suitable for the reduction of the physical workload on the manual extraction of manioc.

Key-words: Ergonomics. Health. Family Agriculture. Manual Manioc Extraction Tool.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do Brainstorming.	71
Figura 2 - Nível de intervenção para os resultados do protocolo Rula..	77
Figura 3 - Ferramentas para extração manual de mandioca existente no mercado.	80
Figura 4 - Reunião com os agricultores.....	82
Figura 5 - Área experimental da pesquisa.	84
Figura 6 - Aplicação de questionário.	86
Figura 7 - Postura realizada pelo agricultor durante a extração manual de mandioca.	87
Figura 8 - Riscos musculoesqueléticos nos últimos 12 meses, 7 meses e afastamentos.	91
Figura 9 - Riscos musculoesqueléticos com a aplicação do protocolo Rula na extração manual de mandioca.	93
Figura 10 - A carga da coluna deve incidir sobre o eixo vertical.	95
Figura 11 – Extração manual de mandioca.	95
Figura 12 - Agricultores conhecendo a ferramenta manual para extração de mandioca.	98
Figura 13 - Detalhamento do extrator manual de mandioca.	99
Figura 14 – Extrator manual e detalhamento do engate.	100
Figura 15 - Desenho técnico.....	101
Figura 16 – Extração manual de mandioca utilizando uma alavanca..	103
Figura 17 - Problemas que causam dor e desconforto.....	104
Figura 18 - Flexão do tronco à frente.	105
Figura 19 - A carga da coluna deve incidir sobre o eixo vertical.	107
Figura 20 - Perfil do agricultor.....	110
Figura 21 – Mapa dos requisitos do extrator.	112
Figura 22 - Conceitos para o desenvolvimento do projeto.	113
Figura 23 - Levantamento de ideias de coisas que podem ser arrancadas.....	114
Figura 24 - Levantamento de ideias para a extração de mandioca.	115
Figura 25 - Painel final do <i>brainstorming</i>	116
Figura 26 - Refinamento e seleção das ideias.	117
Figura 27 - Desenvolvimento de alternativas.	118
Figura 28 - Desenvolvimento de alternativas.	118
Figura 29 - Desenhos finais.....	120
Figura 30 - Desenho técnico.....	120
Figura 31 - Renderização da ferramenta projetada.....	121
Figura 32 - Ferramenta projetada.	121

Figura 33 - Extração manual com o percentil 50 em terreno plano e inclinado.....	123
Figura 34 – Extração manual com o percentil 5, 50 e 95 em terreno plano.....	125
Figura 35 - Simulação do ângulo do tronco em terreno inclinado.	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados sócio demográficos.	75
Quadro 2 - Resultados da aplicação do protocolo Rula.....	93
Quadro 3 - Força máxima das pernas, braços e costas.	106
Quadro 4 – Quadro comparativo da extração manual, ferramenta inicial e ferramenta projetada no terreno plano e inclinado.	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estabelecimentos agropecuários por tipo de agricultura – Santa Catarina.	47
Tabela 2 - Frequências de sintomas e afastamentos por região anatômica.	90
Tabela 3 - Número total de famílias nas comunidades e de famílias com renda agrícola.	108
Tabela 4 - Percentual por idade dos dirigentes dos estabelecimentos rurais abrangidos no estudo.....	109
Tabela 5 – Média de idade dos homens, mulheres e idade total das comunidades.....	109
Tabela 6 – Ângulos do joelho com a extração manual.....	122
Tabela 7 – Ângulos do joelho utilizando a ferramenta inicial e a ferramenta projetada.....	124

LISTA DE ABREVEITURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior	
CEPA	Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de
Santa Catarina	
CODESUL	Conselho de Desenvolvimento e Integração Sul
CEPSH	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico
e Tecnológico	
EMBRAPA	Empresa brasileira de pesquisa agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa
Catarina	
<i>FAO</i>	<i>The Food and Agriculture Organization of the</i>
<i>United Nations</i>	
FAPESC	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina	
IEA	<i>International Ergonomics Association</i>
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFRPRI	Instituto Internacional de Pesquisa de Políticas
Alimentares	
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma
Agrária	
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization</i>
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MSB	Ministério da Saúde do Brasil
NGD	Núcleo de Gestão de Design & Laboratório de
Design e Usabilidade	
PIB	Produto Interno Bruto
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da
Agricultura Familiar	
PPGEP	Programa de pós-graduação em engenharia da
produção	
<i>RULA</i>	<i>Rapid Upper Limb Assessment</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio Às Micros e Pequenas
Empresas	
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 A IMPORTÂNCIA DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	31
1.2 OBJETIVOS.....	33
1.2.1 Objetivo Geral	33
1.2.2 Objetivos Específicos.....	33
1.3 JUSTIFICATIVA	33
1.4 RELEVÂNCIA E INEDITISMO	35
1.5 PRESSUPOSTOS DO ESTUDO	36
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	37
1.7 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA TESE.....	37
1.8 ESTRUTURA GERAL DA TESE.....	39
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	41
2.1 AGRICULTURA	41
2.1.1 Agricultura no Brasil e Santa Catarina.....	42
2.1.2 Agricultura familiar	44
2.1.3 A agricultura familiar no Estado de Santa Catarina	46
2.2 MANDIOCA	47
2.2.1 A cultura da mandioca.....	47
2.2.2 Mandioca e seus derivados	51
2.2.3 Uso e consumo.....	52
2.2.4 Extração manual de mandioca.....	52
2.3 ERGONOMIA NA AGRICULTURA.....	54
2.4 PROJETO CENTRADO NO USUÁRIO.....	59
2.5 ERGONOMIA APLICADA A FERRAMENTAS MANUAIS.....	61
2.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO	63
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	67
3.1 TIPO DE ESTUDO	67
3.2 LOCAL DE ESTUDO	67
3.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA	68
3.4 ETAPAS DA PESQUISA	68
3.4.1 Etapa 1: Seleção e identificação da amostra	69
3.4.2 Etapa 2: avaliação da extração manual de raízes.....	69
3.4.3 Etapa 3: Avaliação da extração manual de raízes com o auxílio de ferramenta	69
3.4.4 Etapa 4: Projeto ergonômico de ferramentas para extração manual de mandioca.	70

3.4.5 Etapa 5: Avaliação da extração manual de raízes com a ferramenta projetada ergonomicamente	72
3.4.6 Etapa 6: Síntese das avaliações e identificação de características ergonômicas a serem incorporadas no projeto de ferramenta	72
3.5 PROJETO.....	72
3.6 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	73
3.6.1 <i>Instrumentos utilizados na coleta dos dados.....</i>	<i>74</i>
3.7 ETAPA 1: SELEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA.....	78
3.7.1 Identificação de oportunidades.....	79
3.7.2 Levantamento preliminar de mercado.....	79
3.7.3 Pesquisar a viabilidade legal e técnica	80
3.7.4 Visita preliminar a campo	81
3.7.5 Proposta e equipe de projeto.....	82
3.7.6 Princípios éticos da pesquisa.....	83
3.7.7 Levantamento de dados	83
3.7.8 Visita a campo às propriedades em Biguaçu na Bacia de Três Riachos nas comunidades de São Mateus, São Marcos, Canudos e Fazendas.	84
3.8 ETAPA 2: AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO MANUAL DE RAÍZES	86
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	90
4.1 RISCO MUSCULOESQUELÉTICO COM APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO NÓRDICO	90
4.2 RISCO MUSCULOESQUELÉTICO COM APLICAÇÃO DA TÉCNICA PROTOCOLO RULA	92
4.3 PROBLEMAS DE POSTURAS NA EXTRAÇÃO MANUAL DE MANDIOCA.....	94
4.4 ETAPA 3: AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO MANUAL DE RAÍZES COM O AUXÍLIO DE UMA FERRAMENTA INICIAL	97
4.4.1 Detalhes do extrator manual de mandioca	99
4.4.2 Especificações técnicas do extrator.....	100
4.4.3 Posturas com o extrator manual de mandioca	103
4.4.4 Organização e análise de dados	107
4.4.5 Perfil do agricultor da roça de toco.....	109
4.4.6 Apresentação dos requisitos.....	110
4.5 ETAPA 4: PROJETO ERGONÔMICO DE FERRAMENTAS	112
4.5.1 Definição de conceitos.....	112
4.5.2 Geração de ideias	113
4.5.3 Desenvolvimento de alternativas	117

4.5.4	Descrição da proposta selecionada.....	118
4.5.5	Refinamento e apresentação das propostas desenvolvidas ...	119
4.6	ETAPA 5: AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO MANUAL DE RAÍZES COM A FERRAMENTA PROJETADA ERGONOMICAMENTE ...	121
4.6.1	Simulação com o percentil 50 na extração manual em terreno plano e inclinado observando o joelho.....	122
4.6.2	Simulação com o percentil 50 na extração manual em terreno plano e inclinado observando o tronco	122
4.6.3	Simulação com a ferramental inicial e a ferramenta projetada	123
4.6.4	Simulação com a aplicação da ferramenta inicial e a ferramenta projetada em terreno plano e inclinado observando o joelho	123
4.6.5	Simulação com a aplicação da ferramenta inicial e a ferramenta projetada em terreno plano observando o tronco	124
4.6.6	Simulação com a aplicação da ferramenta inicial e a ferramenta projetada em terreno inclinado observando o tronco	126
4.7	ETAPA 6: SÍNTESE DAS AVALIAÇÕES E IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS ERGONÔMICAS A SEREM INCORPORADAS NO PROJETO DE FERRAMENTA	128
4.7.1	Identificação dos riscos musculoesqueléticos	128
4.7.2	Características ergonômicas para o projeto de ferramenta .	129
5	CONCLUSÕES	132
5.1	LIMITAÇÕES	133
5.2	CONTRIBUIÇÕES	133
	REFERÊNCIAS	136
	APÊNDICE A - Questionário Sociodemográficos.....	146
	ANEXO A - Parecer Consubstanciado do Cep.....	148
	ANEXO B – Ofício para solicitação de coletas de dados	150
	ANEXO C – Termo de consentimento livre e esclarecido	151
	ANEXO D – Queixas musculoesqueléticas.....	152
	ANEXO E – Protocolo Rula	155

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1990 a agricultura familiar ganhou legitimidade social, econômica e política no Brasil. Foram decisivas as contribuições de diversos setores sociais, especialmente dos movimentos de pequenos agricultores familiares que se organizaram nas comunidades locais e regionais, dos órgãos do governo e universidades que influenciam o mundo acadêmico que trabalham com os temas da agricultura e das atividades rurais.

A agricultura brasileira apresenta uma grande diversidade regional e estadual, tanto em termos das formas de ocupação das terras quanto dos sistemas de produção e participações nos mercados regional, nacional e internacional.

Vários estudos realizados no âmbito do projeto de cooperação técnica FAO (2011), na segunda metade dos anos 1990, possibilitaram melhor compreensão do funcionamento da lógica e da dinâmica das unidades familiares de produção, assim como dos sistemas produtivos adotados pelos agricultores destas unidades nas diversas regiões do país.

No entanto, esta diversidade até bem recentemente não era captada pelas informações oficiais e órgãos pesquisadores, especialmente pelo censo agropecuário, uma vez que não se separavam as informações relativas à agricultura familiar de pequenos agricultores.

Somente a partir do último censo agropecuário, realizado em 2006 e divulgado em 2009, foi possível organizar as informações estatísticas, considerando-se as duas principais categorias socioeconômicas presentes no meio rural: a agricultura patronal e a agricultura de base familiar (EPAGRI, 2011).

Portanto a utilização do conceito de agricultura familiar no Brasil remete a década de 1990, quando os pesquisadores buscaram quantificar e aferir a participação deste segmento na produção agrícola nacional.

Souza (1997) coloca que no início da década de 1960 a agricultura familiar era vista pelas instituições públicas e privadas como modo de sobrevivência dos agricultores e os esforços se concentravam apenas no desenvolvimento industrial da nação.

Diante da necessidade de produção surge a disponibilização de meios que permitam aos agricultores da agricultura familiar produzir um mesmo volume de produto, contando com cada vez menos mão de obra, fato que torna possível com uma modernização da agricultura. A preocupação com a agricultura familiar nos últimos anos vem ganhando importância e, conseqüentemente, ocupando o seu espaço nas discussões que envolvem desenvolvimento social (SEBRAE, 2013).

A agricultura familiar é responsável por mais de 10% do PIB (Produto Interno Bruto) e produzem cerca de 50% dos produtos da cesta básica. Dois terços dos postos de trabalho estão no campo e Santa Catarina ganha destaque no cenário nacional com 90% da produção rural, correspondendo a 180 mil famílias, responsáveis por quatro alimentos de cada 10 que chegam à mesa (EPAGRI, 2011).

Para o pequeno agricultor manter-se na área rural são necessárias condições para trabalhar a mecanização e produzir com qualidade. Entre todas as culturas locais de subsistência, a mandioca é uma das culturas mais dinâmicas do espaço rural, relevante como produto de subsistência e importante como matéria prima industrial.

Além dos aipins, mandiocas mansas de consumo in natura, da raiz também se produz o álcool combustível, a farinha, o polvilho, a tapioca e a fécula. Essa última, matéria prima para inúmeros produtos utilizados na indústria alimentícia, têxtil, petrolífera, plástica, colas e siderúrgica, entre outras (SABORES, 2006).

Segundo a Epagri (2011), a produção e mercado mundial na safra 2008/09, a área total mundial colhida alcançou 18,9 milhões de hectares e gerou 233,8 milhões de toneladas produzidas, representando um incremento de 0,4% e 0,2%, respectivamente, em relação à safra passada. O continente africano lidera o cultivo da mandioca, com 50,8% do volume total produzido, seguido pelo asiático, com 34,9%, e o americano, com 14,2%. Embora a mandioca seja explorada por um número bastante expressivo de países, apenas cinco deles são responsáveis por mais da metade da produção mundial, entre eles a Nigéria, Tailândia, Brasil, Indonésia e Congo.

O modelo de exploração da lavoura difere de continente para continente. Enquanto no continente africano a mandioca é considerada um alimento básico para importante parcela da população, adquirindo maior importância comercial somente nos anos mais recentes, no continente asiático e americano a cultura diferencia-se justamente pelo crescente avanço da industrialização, pelo uso de tecnologia e pelas alternativas de mercado.

O desempenho das exportações mundiais dos subprodutos da mandioca (raiz seca, farinha, fécula e tapioca), com exceção de 2008, tem crescido nos últimos dez anos.

O mercado tailandês lidera as vendas internacionais, responsável por cerca de 80% de todo o movimento financeiro. A participação brasileira é de apenas 1%. Nas importações, o mercado chinês apresenta os maiores desembolsos na fécula (45%), tapioca (20,4%) e mandioca

seca (43,5%), enquanto nas farinhas, o Reino Unido com 40,7%, é o maior comprador (FAO, 2011).

Durante a produção da safra nacional 2009/10 de mandioca, foram colhidos 1,773 milhão de hectares, obtidas 24,354 milhões de toneladas em um rendimento médio de 13,7 toneladas por hectare, ocasionando um acréscimo de 0,68% e decréscimos entre 0,20 % e 0,88%, respectivamente, em relação aos resultados da safra passada.

O rendimento médio nacional é considerado baixo em relação a outros países e não consegue ganhar força devido ao fraco desempenho de algumas lavouras, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do País, as quais, além de terem sido atingidas pelo excesso ou falta de chuvas, caracterizam-se pelo uso inexpressivo de tecnologia e práticas de manejo. Apenas três estados (Pará, Paraná e Bahia) são responsáveis por praticamente a metade (48,2%) da produção nacional, sendo que a lavoura paraense lidera o ranking brasileiro, com participação de 19,7% da produção nacional (IBGE, 2013).

Na produção do cenário nacional, Santa Catarina possui o 5º maior rendimento do País. É o 13º produtor de mandioca, com 2,2% de participação na safra 2009/10 brasileira. O Estado produziu 541,5 mil toneladas, numa área colhida de 30,0 mil hectares e obteve um rendimento médio de 18,1 toneladas por hectare (EPAGRI, 2011).

Em Santa Catarina a cada ano diminui o número de produtores que se dedicam a essa atividade. Permanece explorando a lavoura para fins comerciais somente o agricultor melhor estruturado e mais organizado, localizado nas regiões Sul Catarinense, Vale do Itajaí e em alguns municípios da Grande Florianópolis.

Nas demais regiões do Estado predominam o cultivo de mandioca com vistas à alimentação humana (consumo in natura) e animal (ração). Durante a safra ocorreram alguns fatores climáticos adversos, como excesso de chuvas – com alagamento em alguns municípios das regiões do Litoral Sul Catarinense e Alto Vale do Itajaí –, baixo índice de insolação, baixa temperatura fora de época e vento forte. Além de prejudicar parcialmente o desenvolvimento da lavoura, essas adversidades ocasionaram algumas perdas por podridão da raiz, influenciando no rendimento médio do produto em alguns municípios catarinenses.

Nas regiões produtoras do Alto Vale do Itajaí, Litoral Sul Catarinense e em alguns municípios da Grande Florianópolis, a colheita e o processamento da matéria-prima tiveram início no mês de abril de 2011, intensificando-se no período de maio a julho de 2011.

De maneira geral, as agroindústrias remuneraram o produto considerando a quantidade de teor de amido, fato bastante animador para o produtor que conseguiu obter maior valorização no produto vendido e consequente aumento na renda.

Segundo Ceba (2012), a importância do setor de mandioca em Santa Catarina está presente em cerca de 60.000 unidades familiares de produção, abrangendo 32.000 hectares e têm apresentado uma produção de 600.000 toneladas de raízes por ano, com 400 unidades de processamento/beneficiamento distribuídas por 53 municípios do estado e apresenta uma distribuição de 45.000 t de farinha, 12.500 t de polvilho e 26.000 t de fécula/ano, empregando 8.000 trabalhadores.

A produção de raízes é de R\$ 200.000.000,00, distribuída em raízes, polvilho, farinha e fécula. Deste total, R\$10.000.000,00 são impostos/ano somente na venda de raízes e no beneficiamento primário (EPAGRI, 2011).

Diante dos dados apresentados que enfatizam a produção da agricultura familiar, existe a necessidade de equipamentos. Estudos realizados por autores como Debiasi, Schlosser e Pinheiro (2004) deixam clara a existência de lacunas no processo de transferência de tecnologia de ferramentas agrícolas do país de origem estrangeira para território brasileiro.

E afirmando que os equipamentos agrícolas existentes no mercado caracterizam-se, de modo geral, por não usarem perfis com análise ergonômica, contextualizados com a realidade do agricultor brasileiro, isto é, não são projetados visando o dimensionamento ergonômico.

Com base nos estudos em pesquisas de campo e entrevistas, identificou-se a oportunidade de incorporar nas ferramentas para agricultura familiar os requisitos ergonômicos pensando na saúde do trabalhador rural.

Somente um projeto que esteja adaptado às potencialidades e limitações da indústria e que simultaneamente atenda às necessidades dos usuários e operadores poderão resultar num produto de valor, sustentável (PEDROSO, 1998).

Segundo Dias e Fiod Neto (2000), as ferramentas e equipamentos de trabalho são projetados, fabricados e comercializados até serem utilizados por potenciais usuários e operadores.

A contribuição da Ergonomia em ferramentas agrícolas tem sido o desafio para o desenvolvimento de produção com o máximo de eficiência, eficácia e satisfação. Segundo Iida (2005) a Ergonomia ajuda a projetar ferramentas adequadas ao uso humano, reduzindo a fadiga e o

desconforto físico do trabalhador, o que diminui o índice de acidentes e ausência no trabalho. Além disso, a Ergonomia é um meio sistemático e racional de se adequar o trabalho ao ser humano e tem o objetivo primário de aperfeiçoar o desempenho e segurança do trabalhador por meio do estudo e desenvolvimento de princípios gerais que regem a interação do homem e seu ambiente de trabalho.

Para a área rural que tem trabalhos extenuantes e exaustivos, como a atividade de extração das raízes de mandioca, é importante receber melhorias na elaboração, elevar a escala de produção, exigir menores esforços para produção e comprometer menos a saúde dos agricultores. Isso pode contribuir para geração de renda.

Portanto, uma das iniciativas necessárias é o desenvolvimento de ferramentas e equipamentos que sejam incorporados aos requisitos ergonômicos para atender as necessidades dos usuários da agricultura familiar.

1.1 A IMPORTÂNCIA DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Vários estudos realizam investigações com foco na saúde do trabalhador e tem como objeto de estudo a intervenção nas relações entre o trabalho e a saúde, uma vez que durante a trajetória profissional as atividades desenvolvidas podem conduzir ao adoecimento e mesmo à interrupção das atividades por causa dos problemas.

Apresentando esta concepção, os trabalhadores são todos homens e mulheres que exercem atividades para sustento próprio e/ou dos dependentes, qualquer que seja a forma de inserção no mercado de trabalho, nos setores formais ou informais da economia, segundo o Ministério da Saúde do Brasil (MSB, 2001). Pode-se dizer que, considerando as diversidades de atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, existem as necessidades e intervenções para estudo de caso e investigação.

Especificamente na agricultura as demandas profissionais podem estar relacionadas ao contexto produtivo no qual o agricultor se encontra, tais como aspectos físicos como o uso da força para realizar as atividades, tendo o reflexo na organização do trabalho, nas exigências de produtividade e na atenção cognitiva para executar completamente as tarefas (ABRAHÃO; TORRES, 2004).

Com base nesta informação a atividade de extração manual de mandioca exige um grande esforço físico, que pode estar relacionado aos adoecimentos encontrados na profissão. Para Iida (2005), existe uma forte demanda em se adaptar as atividades, as possibilidades de

movimento do homem, pois as ferramentas de trabalho foram construídas para o homem e não o homem para as ferramentas.

Nesse sentido, segundo Ferreira (2008), 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 que vem sendo apontada como importante para a verificação das condições e ambientes de trabalho.

Segundo Brasil (2006), a Lei 11.326 de 24 de julho de 2006 configura agricultor familiar como o que utilize predominantemente mão de obra da própria família, tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento e dirija o estabelecimento ou empreendimento com a família.

As atividades desenvolvidas são árduas e trabalhosas, a extração é feita com pequenas ferramentas como enxada, cavadeiras, etc. Trabalhos executados com estas ferramentas podem levar o trabalhador a ter problemas de saúde. Todos estes fatores devem ser levantados para que o ser humano possa exercer as atividades de trabalho de forma segura, sem que seja prejudicial a própria saúde, por isto deve-se salientar a importância de identificar os riscos e os elementos que influenciam a saúde do agricultor, bem como desenvolver projetos que priorizem o ser humano.

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 aplicação no contexto de ferramentas para área agrícola.

Estes fatores estão relacionados com a Ergonomia física que concerne às características 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.

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

Para Alonço (2009), deve haver oferta de ferramentas para esta categoria que incorporem os princípios ergonômicos. Há necessidade da fabricação de ferramentas agrícolas condicionada aos fatores ergonômicos e de segurança do homem que as opera, o fabricante tem

bastante claro que isto pode significar um incremento, não desprezível, dos custos de produção que haverão de repercutir no preço final do produto. Isto viabiliza aos agricultores da agricultura familiar adquirir equipamentos que atendam às necessidades deles.

Neste contexto, o problema de pesquisa da presente tese é identificar os fatores que estão associados às queixas musculoesqueléticas em relação ao trabalho e à saúde dos agricultores da agricultura familiar, com ênfase na Ergonomia física.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar os requisitos ergonômicos necessários ao projeto de ferramentas manuais para a agricultura familiar, especificamente para o caso da atividade de extração de raízes de mandioca, com ênfase na Ergonomia física.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar e identificar os reflexos físicos na atividade rural junto à agricultura familiar:
- Avaliar e comparar a atividade de extração de raízes de mandioca de forma manual e com o auxílio de ferramenta;
- Incorporar aspectos ergonômicos da parte física do projeto da ferramenta avaliada;
- Avaliar e comparar a atividade de extração de raízes de mandioca, de forma manual, com o auxílio de ferramenta e com a nova ferramenta projetada.

1.3 JUSTIFICATIVA

A agricultura é considerada um dos maiores inventos da humanidade. Ela ocorreu no período neolítico, há cerca de 5.000 anos A.C., na Mesopotâmia e Egito. Com o cultivo da terra e a manutenção de rebanhos o homem primitivo deixou de depender apenas da coleta e da caça, passando a produzir os próprios alimentos. Isso criou condições de fixação do homem à terra e possibilitou o aumento da população (IIDA, 2005).

Segundo estatísticas do IFRPRI (2010), em todo o mundo 925

milhões de pessoas não têm o que comer. O número é equivalente as populações somadas dos Estados Unidos (300 milhões), do Brasil (190 milhões), do Japão (130 milhões), da Alemanha (82 milhões), da França (63 milhões), do Reino Unido (60 milhões), da Itália (58 milhões) e da Espanha (40 milhões). Dos 122 países incluídos no estudo, 25 têm níveis considerados "alarmantes" de fome e quatro nações da África registram números "extremamente alarmantes".

Conforme Back (2008) o aumento da população torna este problema cada vez mais crítico, necessitando de equipamentos e ferramentas cada vez mais eficientes e de baixo custo na produção de alimentos.

Segundo Epagri (2011), estima-se a geração de mais de um milhão de empregos diretos no cenário nacional somente com a extração de mandioca, considerando-se apenas a fase de produção primária e o processamento de farinha e fécula.

Na maioria dos países localizados em região tropical a mandioca é cultivada em pequenas propriedades, no entanto em certos países (México, Brasil e Nigéria) grandes plantações foram iniciadas, o que gerou interesse crescente pela mecanização do processo de extração de mandioca.

O grau de mecanização depende da quantidade de terra e mão de obra disponível e da legislação trabalhista vigente sobre o uso do trabalho manual.

Os agricultores da agricultura familiar quando têm problemas para plantar e arrancar o alimento diminui o consumo e passam a plantar outras culturas. Para facilitar a colheita da mandioca e diminuir os esforços, a proposta é desenvolver equipamentos que atendam às necessidades atuais, com fácil acesso para adquirir, manuseio e baixa manutenção.

As dificuldades que os agricultores familiares apresentam para a sobrevivência sobre a alimentação, permanência na área rural e carência de ferramentas e equipamentos adequados à realidade e aos próprios anseios são alguns dos entraves que limitam a expansão da atividade.

A maioria dos produtos derivados das raízes, mesmo os mais tradicionais, podem receber melhorias na elaboração, elevar a escala de produção, exigir menores esforços para produção e comprometer menos a saúde dos agricultores, contribuindo para a qualidade e geração de mais renda (EPAGRI, 2011).

Para tanto, uma das iniciativas urgentes e necessárias é o desenvolvimento de ferramentas que propiciem tais avanços. Reconhecida como "berço da industrialização da mandioca" no país, o

deslocamento dos volumes de produção desta raiz para outros estados foi aos poucos relegando Santa Catarina a um plano secundário no cenário nacional.

De acordo com Iida (2005), as considerações sobre aspectos interdisciplinares tornam-se fundamentais, visto que novas abordagens sobre a agricultura podem fornecer subsídios para uma integração entre as atividades práticas e a qualidade de vida no exercício da profissão.

Dentre as diferentes iniciativas tomadas no sentido de fornecer bases preventivas que contemplem fatores de proteção no desenvolvimento da agricultura e promoção da saúde dos agricultores, a Ergonomia aplicada a ferramentas manuais nesta prática evidencia resultados que consideram o agricultor, as características dele, os limites, as representações sobre o contexto do trabalho, trazendo como diferencial a articulação das dimensões do trabalho para melhor compreensão dos riscos ocupacionais e recomendações para minimizá-los, além da importância social de manter as famílias que pertencem a agricultura familiar produzindo para a subsistência e fornecendo alimento para a população urbana.

Dessa forma, justifica-se a execução da pesquisa junto a agricultura familiar, pela relevância econômica e social da cultura, tanto em nível regional quanto nacional. Além da geração de conhecimentos tecnológicos relacionados ao sistema de produção de mandioca, este projeto poderá contribuir favoravelmente para o equacionamento de questões fundamentais para a região, como a geração de emprego e renda, inclusão social, e das disparidades regionais.

1.4 RELEVÂNCIA E INEDITISMO

A engenharia de produção abrange e tem como competência o estudo de sistemas produtivos e os resultados obtidos nesses sistemas para a sociedade e o meio ambiente. Constitui o elo entre a tecnologia propriamente dita e a administração de organizações produtivas, projetando, implantando, mantendo e melhorando sistemas produtivos, bem como controlando e aumentando a eficiência e a qualidade de processos pela diversificação. A engenharia de produção permite a oportunidade de estudos e pesquisas em sistemas sociotécnicos, análise organizacional e tecnológica, levando em consideração os condicionantes políticos, sociais e institucionais nas questões produtivas (PPGEP, 2014).

A Ergonomia busca ressaltar o caráter interdisciplinar e o objeto de estudo, que é a interação entre o homem e o trabalho no sistema

homem-máquina-ambiente, ou mais precisamente as interfaces desse sistema, onde ocorrem as trocas de informações e energias entre homem, máquina e ambiente, resultando na realização do trabalho (IIDA, 2005).

Nesse sentido, percebe-se que o desenvolvimento e definições da Ergonomia certamente estão intrinsecamente ligados à evolução de como promover os conhecimentos para buscar alternativas para melhorar as atividades do agricultor. O cuidado para a Ergonomia e a agricultura é muito mais do que um movimento de procedimentos técnicos para cada ciência, é uma relação de ações preventivas e deve ser embutido como processo de transformação cultural.

Logo, o cuidado se constitui em um processo de transformação da cultura institucional e da própria pessoa que reconhece e valoriza os aspectos subjetivos, históricos e culturais das ciências para melhorar as condições de trabalho.

Assim, o ineditismo deste estudo se caracteriza pela forma de estabelecer os requisitos ergonômicos necessários para desenvolver ferramentas manuais para a agricultura familiar, no caso específico a extração de raízes de mandioca. Visa minimizar problemas relacionados a postura para realizar as atividades de extração de raízes.

A relevância social e econômica destaca-se também e poderá manter os agricultores no campo produzindo alimentos para as próprias famílias e abastecendo o mercado local.

Nesse contexto, minimizar toda a interferência que leve os colaboradores da área da agricultura a comprometerem a própria saúde, apresenta uma estreita relação com a falta de estudos científicos disponíveis sobre ferramentas manuais. A abordagem a seguir corrobora com o problema de ferramentas manuais para a extração manual de raízes de mandioca, poucos apresentam relatos acerca de ferramentas manuais para extração de raízes.

1.5 PRESSUPOSTOS DO ESTUDO

Os pressupostos da proposta de tese estão centrados nos fatores de saúde e relacionados aos agricultores, no caso específico a utilização de um extrator manual de mandioca.

Estes fatores podem estar associados às questões de Ergonomia Física, assim como às questões de saúde e condições de trabalho, no que diz respeito às atividades do trabalho e percepção das condições de trabalho e ambiente proporcionado pelo extrator manual de mandioca, para melhorar o desempenho das atividades.

A parte física, o esforço exercido durante as atividades da

extração manual de mandioca, as dimensões dos postos de trabalho e a postura adotada também podem influenciar a percepção de problemas com o usuário.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A presente tese propõe um estudo com os agricultores da região de Biguaçu na Bacia de Três Riachos que compreende as seguintes comunidades: São Mateus, São Marcos, Canudos e Fazendas. O estudo foi delimitado nesta região do Estado de Santa Catarina pela demanda que a Epagri tem mostrado para atender os agricultores que pertencem a agricultura familiar.

Além disso, o estudo busca identificar as queixas musculoesqueléticas com o enfoque ergonômico, por meio de investigações nas dimensões físicas, abordando as posturas.

Do ponto de vista do objeto irá desenvolver uma ferramenta manual para a extração manual de mandioca, focado em agricultura familiar; já do ponto de vista da Ergonomia irá analisar as exigências físicas do usuário durante a atividade de extração manual de mandioca, além de verificar as posturas relacionadas ao trabalho.

Neste sentido, o estudo busca identificar as queixas musculoesqueléticas, com o enfoque ergonômico, por meio de investigações nas dimensões organizacionais, buscando o entendimento da configuração e características do trabalho, enquanto a Ergonomia física vai delimitar as posturas, a biomecânica e aspectos fisiológicos.

O levantamento desta pesquisa foi realizado por meio de uma coleta de dados qualitativos que foi constituída por questionários validados pela literatura nacional e internacional.

1.7 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA TESE

a) Caracterização geral da pesquisa

A natureza desta pesquisa classifica-se como aplicada, pois busca a aplicação da Ergonomia física adotada na agricultura familiar. Conforme exposto por Gil (2010), a pesquisa aplicada tem como característica fundamental o interesse na aquisição e aplicação do conhecimento em uma situação específica.

A abordagem qualitativa se relaciona com o problema de modo subjetivo por meio de registro, observações e análises, passando pela interpretação do autor do ponto de vista dos seus objetivos.

A pesquisa também é classificada como exploratória, pois visa a proporcionar a familiaridade com o problema (SILVA 2005). Segundo

Gaya, (2008) e Gil, (2010), busca a análise de conteúdo para extrair generalizações com o propósito de produzir categorias conceituais que possam vir a ser operacionalizadas em um estudo subsequente.

Os procedimentos técnicos utilizados foram a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, a pesquisa bibliográfica caracteriza-se pela utilização de material já publicado. Dessa forma, foram utilizadas nesta etapa teses, dissertações, livros, periódicos, anais de eventos científicos e materiais disponibilizados na internet.

De acordo com Gil (2010), o estudo de caso consiste no estudo profundo de um ou poucos casos, com o objetivo de se obter uma visão global do problema e fatores que o influenciam ou são por ele afetados. Por focar em um ou poucos casos, não permite generalizações.

b) Etapas da pesquisa:

Etapas da pesquisa

Etapas 1: Base teórica;

Etapas 2: Avaliação da extração manual de raízes;

Etapas 3: Avaliação da extração manual de raízes com o auxílio de ferramenta;

Etapas 4: Projeto ergonômico de ferramentas;

Etapas 5: Avaliação da extração manual de raízes com a ferramenta projetada ergonomicamente;

Etapas 6: Síntese das avaliações e identificação de características ergonômicas a serem incorporadas no projeto de ferramenta.

c) Materiais e métodos

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa buscam diagnosticar problemas específicos em situações específicas com a finalidade de alcançar resultados práticos, porém não necessariamente generalizáveis (GIL, 2010).

Foram realizadas visitas nas propriedades dos agricultores para identificação das queixas musculoesqueléticas das atividades de extração manual de raízes de mandioca.

Na execução da pesquisa bibliográfica os assuntos relacionados foram encontrados em: periódicos, livros, dissertações, teses, instituições e meios eletrônicos.

As pesquisas qualitativas buscam um universo de significados, aspirações, crenças, valores e atitudes dos entrevistados e as pesquisas quantitativas utilizam técnicas estatísticas na coleta e análise dos dados, ou seja, recorrem ao uso da média, desvio padrão, percentual e correlações (LAKATOS; MARCONI, 2009).

Para avaliação da extração manual de raízes de mandioca foram utilizados:

Questionário sócio econômico para entrevista;

Questionário nórdico;

E foram utilizados registros fotográficos e de áudio durante as saídas de campo para posterior análise e registro de informações.

A análise dos dados considerou a descrição das atividades manuais desenvolvidas pelos agricultores e a utilização de uma ferramenta manual para realizar a extração manual de mandioca.

Após a construção de uma ferramenta projetada foram realizadas simulações com o auxílio da ferramenta Xsens, com os percentis 5, 50 e 95 em terreno plano e inclinado, para identificar os movimentos na extração manual com a ferramenta inicial e a ferramenta projetada.

Para a execução da pesquisa houve participação direta de discentes do curso de Graduação em Design, discentes de Pós-graduação (mestrado e doutorado) em Engenharia de Produção e um pesquisador do CNPq como coordenador¹.

1.8 ESTRUTURA GERAL DA TESE

Esse trabalho foi estruturado em 6 capítulos.

No capítulo 1 apresenta a contextualização geral da tese, os objetivos, justificativas, pressupostos, delimitações, metodologia geral, caracterização geral da tese e estrutura.

No capítulo 2 dedica-se a fundamentação teórica, contemplando os conhecimentos julgados relevantes para o apoio na construção do estudo.

Os principais foram: agricultura no mundo e no Brasil, agricultura familiar e a relação entre Ergonomia física e as queixas musculoesqueléticas na extração manual de mandioca, bem como Ergonomia aplicada a ferramentas manuais.

O capítulo 3 apresenta a fundamentação metodológica, as etapas e os procedimentos para o desenvolvimento do estudo de caso.

O capítulo 4 apresenta as análises obtidas dos resultados.

¹ Monielli Matias (bolsista de extensão), Douglas da Silva (bolsista de iniciação científica), Angelina Hemckmeier do Nascimento (bolsista de iniciação científica) Silvia Marcia Fiori Sala (mestranda do PPGEP), Lucas José Garcia (Doutorando do Posdesign), Julio Monteiro Teixeira (Doutorando em Engenharia da Produção) e o Coordenador Eugenio Merino (Doutor em Engenharia da Produção).

O capítulo 5 mostra as conclusões da tese e aponta sugestões de estudos futuros.

Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as referências e em seguida os apêndices e anexos utilizados como base para esse trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AGRICULTURA

A agricultura consiste em todas as atividades e processos de transformação promovidos pelo homem por meio do trabalho no meio ambiente (solo, luz solar, água, flora e fauna). A evolução do homem atual iniciou-se na África, as planícies da mesopotâmia são consideradas por muitos estudiosos o berço da civilização. A partir desse centro de origem, a agricultura espalhou-se para o sudeste asiático e europeu, por volta do ano 6.000 a.c. Nas montanhas da china, no Nepal e no Japão, provavelmente ocorreu outro centro de origem, que levou ao mundo a cultura do arroz e outras plantas (CAMARGO 1986).

No novo mundo a agricultura estava se desenvolvendo paralelamente a domesticação do milho e da mandioca. Segundo Hamad (2002), na pré-história, em torno de 12.000 a.c, começaram a surgir as primeiras formas de agricultura e domesticação de espécies de vegetais e da pecuária (a domesticação de animais), junto com a formação das primeiras aldeias agrícolas. O uso do fogo e de algumas ferramentas passou a fazer parte do cotidiano dos aglomerados humanos. Dutra (1999, p. 01), baseando-se em Sousa, comenta que a forma de intervenção do homem sobre a natureza coincide com a própria história do desenvolvimento da humanidade.

O ser humano inicialmente lidava com as atividades e a produção de ferramentas, utilização do fogo, emprego de metais diretamente relacionado às necessidades de sobrevivência frente a um ambiente adverso e isolado ou em grupo, tinha que lutar para estar vivo, para preservação da própria espécie.

Boullou (2004) descreve que no período neolítico houve o que ele nomeia “a grande conquista” a nova forma de se obter alimentos: a agricultura e o pastoreio, atividades que capacitaram ao ser humano prover alimento para a subsistência e que muda a característica nômade do homem para a fixação num determinado território. Albuquerque e Nicol (1987, p. 03) comentam que alguma forma de agricultura deve ter sido adotada originalmente pelos agricultores pioneiros na maioria das regiões do mundo e, desta forma, este tipo de agricultura pode ser considerado simplesmente como uma expressão da civilização e um estágio através do qual a maioria dos sistemas agrícolas passou num determinado período.

2.1.1 Agricultura no Brasil e Santa Catarina

A revolução industrial se iniciou na Inglaterra, nos séculos XVIII e XIX, aos poucos foram substituindo a técnica artesanal pela produção industrializada (PROTIL; ZAMBALDE, 2002).

Segundo Abreu (1986), o crescimento da agricultura provocou a capitalização dos colonos e estes passaram a adquirir ferramentas e posteriormente terras. A modernização tecnológica da agricultura regional esteve por muitos anos na dependência da interação de comunicações e progresso comercial.

Para Camargo (1986), o modelo de uma agricultura industrial foi definitivamente implantado no Brasil a partir de meados da década de 60, embora desde o Brasil colônia os princípios básicos já pudessem ser encontrados na economia açucareira e cafeeira (ciclos do açúcar e do café). Foi a partir dos anos 60 que se iniciou a utilização de produtos em larga escala na produção agrícola: fertilizantes inorgânicos, pesticidas, modernos equipamentos de irrigação, etc., tornando a atividade agrícola extremamente dependente da petroquímica.

O emprego de tecnologias importadas, dando ênfase às variedades melhoradas, geneticamente uniformes e destinadas às grandes lavouras monocultoras, visa antes de tudo assegurar maior produtividade e uniformidade de tamanho, forma e época de maturação dos produtos agrícolas, com vistas as estratégias de mercado montadas muito longe dos domínios do próprio produtor, lançado num universo de cifras, de mercado, sobre o qual ele tem muito pouco domínio.

Segundo Abreu (1986), teve-se início a formação dos núcleos coloniais, passando à criação das cooperativas que passaram a prestar serviços para os pequenos e médios agricultores. A dificuldade dos transportes representava uma das principais barreiras para a economia agrícola.

O mundo encontra-se sujeito a grandes transformações. Na atualidade, o desenvolvimento tecnológico impõe um grande salto, desde a sociedade industrial para a sociedade da informação (PROTIL, ZAMBALDE, 2002).

Segundo Santos (2001), a grande dificuldade geográfica e de sistemas agrícolas heterogêneas é uma das características brasileira. Persistem, ainda, práticas antigas baseadas em meras crenças, ao lado de outras com tecnologia de ponta.

Estima-se que apenas 5% das propriedades rurais dispõem de computadores. A heterogeneidade também pode ser evidenciada quando se recorda de resquícios feudais na organização da produção como

meação, contrastando com operações de compra e contratação de serviços.

A disponibilidade de terras agrícolas, a motivação dos produtores, com ânimo similar ao que durante séculos guiou as famosas “entradas e bandeiras dos heróis bandeirantes” e a tecnologia expandiu a fronteira agrícola em direção a maior área ainda não ocupada no mundo (SANTOS, 2001).

Para Camargo (1986), naturalmente as necessidades impostas pelo mundo moderno à agricultura, com um planeta superpovoado e cada vez mais carente de alimentos, criam a exigência de buscar produtividade sempre maior, levando ao desenvolvimento de novas tecnologias.

É importante lembrar então que a modernização representou um rompimento entre um modelo de agricultura que vinha se desenvolvendo dentro das instituições de pesquisa e outro modelo, baseado em ferramentas e insumos, que foram trazidos de fora (BUFFOLO; SILVA, 2002).

Segundo Santos (2001), a produção agrícola no modelo tradicional não exige condições especiais para produzir, mas só consegue apresentar baixo rendimento. Esse modelo é incompatível com os tempos de competição aberta e globalizada.

O cenário da agricultura mudou bastante a partir do momento em que não é suficiente conseguir produzir bons produtos. A abertura externa e a globalização contribuíram para disponibilizar ferramentas e equipamentos, sêmens, sementes, fertilizantes e defensivos com tecnologia de ponta aos agricultores de quase todo o mundo e a competitividade passou a ser condição decisiva para continuar na atividade.

Para Monteiro (2004), pode-se dizer que houve um incremento na produção agrícola determinado por três fatores: o primeiro foi à mecanização da agricultura, através de ferramentas e equipamentos, substituindo ou minimizando bastante o trabalho manual no campo; o segundo foi à revolução química que, após a segunda guerra mundial, contribuiu para o controle das pestes; e o terceiro fator foi à revolução verde, a qual contribuiu para o aumento da produtividade através dos avanços genéticos em novas variedades de culturas.

Buffolo e Silva (2002), a mecanização tem atingindo de forma muito desigual os diversos seguimentos da agricultura brasileira, bem como apenas pequenas parcelas de agricultores. A agricultura brasileira está sofrendo um processo acelerado de mecanização devido à crescente demanda de seus produtos.

Essa falta de mecanização adequada às necessidades regionais deve-se em parte ao fato de a maioria das empresas que desenvolvem ferramentas agrícolas não atenderem os pequenos produtores e atenderem as necessidades locais. Em alguns casos isso pode inviabilizar a disponibilização dessa tecnologia para determinados grupos de agricultores, constituindo-se essas necessidades regionais uma lacuna para novos desenvolvimentos (SILVA, 2008).

A agricultura vem se tornando cada vez mais mecanizada, principalmente em relação à complexidade das ferramentas utilizadas. É exatamente essa maior complexidade que tende a fazer com que as decisões a serem tomadas tornem-se cada vez mais difíceis, mas dependentes de informações, tanto na seleção para aquisição quanto durante a utilização (INCRA 2011).

A complexidade tecnológica combinada aos altos custos de investimento acaba gerando profundas alterações na importância relativa à maquinaria quando comparada com outras despesas (GADANHA, et al., 1991).

O aumento do trabalho mecanizado, apesar de diminuir a necessidade de esforço físico para realização de algumas tarefas, tem agravado o problema ao impor o ritmo de trabalho da máquina ao homem, gerando uma série de movimentos repetitivos e com alta velocidade, que se deve também como um fator predisponente às posturas inadequadas adotadas por longas e contínuas jornadas de trabalho (ULBRICHT, 2003).

2.1.2 Agricultura familiar

É compreensível a fome em países africanos e brasileiros, mas existem dezenas de milhões de desnutridos num país onde há disponibilidade de terra, de água e de clima favoráveis, constituem um atestado impressionante de ausência de capacidade de gestão econômica e social.

Cabe expor a definição do Ministério do Desenvolvimento Agrário sobre o termo agricultura familiar:

É uma forma de produção onde predomina a interação entre gestão e trabalho; são os agricultores familiares que dirigem o processo produtivo, dando ênfase na diversificação e utilizando o trabalho familiar, eventualmente complementado pelo trabalho assalariado (MDA, 2011).

A Lei 11.326, de 24 de julho de 2006 configura agricultor familiar aquele que (BRASIL, 2006):

I - Não detenha área maior do que 04 (quatro) módulos fiscais;
II - Utilize predominantemente mão de obra da própria família;
III - Tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;

IV - Dirija o estabelecimento ou empreendimento com a família.

São também considerados Agricultores Familiares: silvicultores, aquícultores, extrativistas e pescadores.

Conforme o Instituto CEPA/SC, o agricultor familiar é aquele que explora parcela de terra na condição de proprietário, assentado, posseiro, arrendatário, ou parceiro e que atende simultaneamente aos quesitos: utiliza o trabalho direto, próprio e dos familiares, podendo ter em caráter complementar até dois empregados permanentes e contar com a ajuda de terceiros, quando a atividade sazonal da atividade agropecuária o exigir; não detenha a qualquer título, área superior a quatro módulos fiscais, quantificados segundo a legislação em vigor; tenha no mínimo 80% da renda familiar bruta anual originada da exploração agropecuária, pesqueira e ou extrativa; resida na propriedade ou em aglomerado rural ou urbano próximo (ALTMANN, 2010, p. 25).

A FAO (2011) esclarece no texto *Caracterización de la Agricultura Familiar* que este modelo utiliza recursos que prescindem que os membros da família fiquem na propriedade para atender as demandas da produção.

Assim, o trabalho familiar, na maioria dos casos é suficiente para distinguir uma pequena produção familiar de uma empresa agrícola, visto que, nesta última a força de trabalho é predominantemente assalariada. As terras da agricultura familiar estão localizadas nas faixas de menor tamanho, normalmente em áreas com recursos naturais de menor potencial quanto a fatores como solo e água (FAO, 2011).

Apoiado nos conceitos apresentados pelo MDA (2011), CEPA (2012) e FAO (2011) entende-se o agrupamento de produtores familiares é onde os meios de produção pertencem à própria família e são os proprietários da terra que executam o trabalho, em uma pequena área. A produção em pequena escala, principalmente as realizadas por pequenos produtores individualmente, sucumbe à capacidade de empresas de grande porte e às leis que limitam as formas de atuação. Uma das alternativas consiste no agrupamento desses produtores.

Os modelos que propõem o agrupamento de pequenos produtores podem oferecer vantagens, principalmente por facilitar o acesso efetivo dos produtos ao mercado. Dentre as formas de associativismo, o cooperativismo se diferencia dos demais tipos de sociedades por ser, ao

mesmo tempo, uma associação de pessoas e também um negócio. Desta forma, cabe apresentar uma explicação sobre cooperativismo com enfoque em G3P, devido a pertinência ao estudo de caso da presente pesquisa (TEIXEIRA, 2011).

Segundo o documento “Nota Técnica” (IBGE, 2013), foram necessários diversos procedimentos metodológicos, especialmente o uso do método de exclusões sucessivas e complementares, no sentido de atender, simultaneamente, todas as definições conceituais de Agricultura Familiar.

Convém alertar, ainda, que a unidade de referência do censo continua sendo o estabelecimento agropecuário, enquanto o conceito de Agricultura Familiar diz respeito às unidades familiares. Como existem famílias com mais de um estabelecimento, o Censo de 2010 pode não ser totalmente correto em relação à dimensão da agricultura familiar por ter considerado cada estabelecimento como uma unidade familiar.

2.1.3 A agricultura familiar no Estado de Santa Catarina

A dimensão atual da agricultura familiar no Estado de Santa Catarina, entre a data de realização do penúltimo censo de 1995 a 1996 e o último, em 2010, aconteceram grandes alterações no cenário agropecuário do país.

Em grande medida essas mudanças estão conectadas ao conjunto de transformações que ocorreram na economia brasileira, destacando-se a abertura comercial, a liberalização dos mercados e a estabilidade macroeconômica nacional.

Este processo remodelou o setor agropecuário, destinando-lhe novas funções. Por um lado, passou a ser mais expressiva a participação das commodities agropecuárias no conjunto das exportações do país (agricultura empresarial); por outro, a produção agrícola para o mercado interno sofreu fortes impulsos.

Este segundo aspecto provocou impactos diretos sobre o sistema familiar de produção, colocando-o em um patamar que já não era mais possível de ser captado apenas por meio de instrumentos específicos como o sistema de crédito e preços mínimos e a política de fomento do setor (PRONAF, 2013).

É neste contexto de mudanças que ganha relevância as novas informações específicas sobre a agricultura familiar, as quais dão uma dimensão mais precisa do peso deste setor no conjunto da agropecuária do País e das respectivas unidades da federação.

A Tabela 1 apresenta as informações referentes ao número de

estabelecimentos e à área total, de acordo com os distintos tipos de agricultura praticados no Estado de Santa Catarina no ano de 2006, confirmando-se, mais uma vez, o expressivo peso da categoria de agricultores familiares.

Assim, do total de estabelecimentos existentes no ano do censo 193.663, mais de 168 mil foram classificados como estabelecimentos com predomínio total da agricultura familiar, atingindo 87% do total. Este valor faz de Santa Catarina uma das unidades da federação com os maiores percentuais de agricultores familiares do Brasil.

Tabela 1 - Estabelecimentos agropecuários por tipo de agricultura – Santa Catarina.

Tipo de Agricultura	Estabelecimentos Agropecuários			
	Número	%	Área (há)	%
Familiar	168.544	87	2.645.088	44
Não familiar	25.119	13	3.395.047	56
Total	193.663	100	6.040.134	100

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário 2010.

Em termos da área total, observa-se que essa maioria absoluta de estabelecimentos familiares detém apenas 44% da área total, enquanto os estabelecimentos não familiares, representando 13% do total dos estabelecimentos detinham 56% da área. Este fato indica a persistência da desigualdade de distribuição da posse de terra no meio rural catarinense (CEPA, 2012).

2.2 MANDIOCA

2.2.1 A cultura da mandioca

A mandioca, também conhecida como macaxeira ou aipim, é um dos alimentos de maior consumo no Brasil, pode ser consumida cozida, frita como farinha, amido e chips, além de entrar na composição de diversos produtos de gênero alimentício e recentemente na composição de polímeros biodegradáveis (SABORES, 1963).

Os índios brasileiros, à época do descobrimento, desfrutavam da abundância das plantas nativas, da pesca e de alguma caça. Já no relato de Pero Vaz de Caminha há menção à mandioca - o alimento primordial, as verdadeiras raízes do Brasil. Domesticada pelos índios de norte a sul, sobretudo para a feitura da farinha e seus derivados, a mandioca

representou o cerne da alimentação brasileira, e somente depois foi transportada à África, pelos famigerados navios negreiros. Ainda hoje é produto de consumo generalizado, constituindo, ao lado da carne-seca e do feijão, o prato de resistência do sertão e interiores brasileiros (SABORES, 2006).

Eles não lavram nem criam. Nem há aqui boi ou vaca, cabra, ovelha ou galinha, ou qualquer outro animal que esteja acostumado ao viver do homem. E não comem senão deste inhame, de que aqui há muito, e dessas sementes e frutos que a terra e as árvores de si deitam. E com isto andam tais e tão rijos e tão nédios que o não somos nós tanto, com quanto trigo e legumes comemos (CAMINHA, 2009).

Ásia e África logo depois foram continentes onde a cultura da mandioca se adaptou e, em muitos exemplos, tornou-se de extrema importância econômica (CODESUL, 1972).

Com a instalação das atividades de mineração, no século XVIII, a exploração das jazidas induziu à interiorização e à formação de pequenos núcleos urbanos no interior de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Mato Grosso.

Para lá se dirigiu o comércio interno de víveres, gado e animais para transporte. Simples tropeiros ou verdadeiros desbravadores, as primeiras gerações de brasileiros criaram uma culinária itinerante, composta basicamente de farinha de mandioca, carne-seca e rapadura, além de abóboras, milho, feijão.

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).

A maior cobertura vegetal do globo, atravessada em todas as direções por rios de todos os tamanhos, oferece à população uma abundância de frutos, peixes e crustáceos, determinando a predominância das atividades de pesca e coleta. O cultivo propriamente dito é quase que totalmente restrito à mandioca, cujo processamento ainda se baseia na prática indígena ancestral (SABORES, 2006).

No cenário mundial dos últimos vinte anos a cultura de mandioca apresenta incremento de área e produção nos principais países produtores, com maior destaque nos africanos e nos asiáticos, onde essa atividade constituiu uma das principais fontes energéticas de alimento, bem como uma das alternativas de renda para uma parte expressiva da população. O continente africano é líder absoluto, responsável por 52,7% da produção mundial, seguido pelo asiático, com 30,1% e pelo americano, com 17,1% (CEPA, 2012).

Na maioria dos países africanos a lavoura de mandioca é explorada ainda de forma bastante rudimentar. O produto continua sendo considerado um alimento básico para importante parcela da população daquele continente. Parte expressiva da produção (in natura ou processada) é comercializada principalmente em feiras livres, mercearias e supermercados. Nos anos mais recentes, entretanto, esta atividade adquire maior importância comercial, em função de uma melhor organização do produtor e da expansão de investimentos em pesquisas com vistas à melhoria da produtividade e das formas de processamento (CEPA, 2012).

Naquele ano as aquisições mundiais dos derivados da mandioca recuam, registrando uma queda de 34,7% no volume e de 16,3% no montante financeiro, enquanto o valor médio comercializado apresenta um bom desempenho com um expressivo incremento de 28,3% em relação ao ano de 2004 (CEPA, 2012).

Já no cenário nacional estima-se que são gerados, no Brasil, com a produção de mandioca, um milhão de empregos diretos, considerando a fase de produção primária e o processamento de farinha e fécula (EPAGRI, 2011).

Na safra brasileira 2006/07 foram plantados 2,425 milhões de hectares e colhidos 26.920 milhões de toneladas – representando um crescimento de 0,87% e de 1,06%, respectivamente, em relação à safra passada. As maiores produtividades pertencem aos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul, contribuindo, desta forma, para um melhor desempenho da produção nacional (IBGE, 2013).

A Região Nordeste continua detentora da maior fatia da produção nacional, com participação de 37,18%, seguida pelas regiões Norte, 28,16%; Sul, 19,97%; Sudeste, 9,06% e Centro-Oeste, 5,61% (CEPA, 2012).

O aumento gradativo da oferta nacional de matéria-prima nos últimos anos tem contribuído para uma diminuição relativa nos valores pagos pelas agroindústrias de farinha e fécula. Para os produtores que possuem contrato de entrega da produção, a situação é um pouco melhor, obtendo uma remuneração, na maioria dos casos, acima da média de mercado (CEPA, 2012).

No mercado externo as vendas brasileiras de fécula in natura, dextrina, colas, dentre outros produtos, deverão apresentar um comportamento crescente. Todavia, a falta de tradição e de competência dos principais agentes do setor para romper as barreiras impostas, principalmente pelos produtores europeus que recebem amplo apoio da

política de subsídios à produção e à comercialização dos produtos (milho, batata, dentre outros) continua sendo o entrave encontrado pelo exportador brasileiro (CEPA, 2012).

O cenário estadual e o processo de ocupação agrícola das terras catarinenses, em todas as etapas que se podem identificar os bandeirantes, colonizadores os açoritas-madeirenses, a dos imigrantes estrangeiros e a dos descendentes de imigrantes, a cultura da mandioca teve sempre um lugar de importância.

Em muitas áreas, sobretudo naquelas onde as marcas da colonização luso-brasileiro-açoriana são mais expressivas, nem sempre a lavoura possibilitou formas mais avançadas de manipulação industrial. E até hoje os primitivos engenhos de farinha são encontrados no Litoral.

Maior evolução quer da lavoura, quer da industrialização, foi verificada, entretanto, entre os colonizadores europeus que, após algum tempo de utilização in natura ou sob a forma de farinha começaram a produzir a fécula.

Somente em 1917/18 foi instalada a primeira indústria de fécula de mandioca no Brasil: Indústrias de Fécula Cia. Lorenz, em Encano, município de Indaial. Surgiu como resultante da Primeira Guerra Mundial, que abriu o mercado de fécula principalmente dos Estados Unidos para o Brasil, que antes estava em poder dos países europeus - Holanda, Alemanha, Polônia, Suécia, fabricantes de fécula de batatinha (CODESUL, 2011).

Em 1922 surgiu a segunda indústria no município de Timbó como iniciativa da mesma Cia. Lorenz. Somente de 1932 em diante surgiu outra iniciativa de empresas, como a Carlos Renaux S.A., Carlos Schroder, a Agropecuária Bruno Heidrich, a Cia. Hansa, a Indústria e Comércio Francisco Rank, a Fecularia Salto Pilão.

Embora com equipamentos importados quase sempre da Alemanha, as condições técnicas dos empresários das zonas de colonização, possibilitariam soluções locais. E em pouco tempo, mesmo com rudimentares materiais de produção industrial, as fecularias se espalharam.

Atingiram outras regiões do Estado, principalmente no Sul Litorâneo, embora as características tecnológicas se limitassem a padrões bem antigos.

Os portes das fecularias eram também, em geral, como muitas unidades atuais: reduzidos e se observa como tendência evolutiva do processamento industrial a marginalização de unidades ou a incorporação de outras num sistema empresarial de maiores dimensões.

Como o mais típico dos ingredientes brasileiros, a raiz de

mandioca tem papel determinante na história alimentar. Nativa da terra, domesticada pelos indígenas em tempos remotos, a mandioca é o alimento primordial, integrado a bela mitologia do tronco tupi e que se impôs ao colonizador de forma definitiva, em substituição ao trigo europeu. Apresentando a notável qualidade de dispensar a estocagem, uma vez que as raízes permanecem comestíveis na terra por vários meses, a mandioca conformou, de certo modo, o modelo de agricultura tribal.

Desde então, e sobretudo como farinha, vem dominando a cozinha popular brasileira, especialmente no Norte e Nordeste.

O branco português foi apresentado à mandioca pelos indígenas. Inicialmente confundidas com inhame, as espécies, que no futuro seriam significativamente classificadas como *Manihot esculenta* e a *Manihot* utilíssima, logo mostraram sua resistência e facilidade de adaptação.

A farinha, por sua versatilidade e durabilidade foi fundamental para a alimentação dos primeiros exploradores, que em condições precárias ocuparam o País. As chamadas entradas e bandeiras, nos séculos XVI e XVII, sabidamente responsáveis pela expansão do território brasileiro, foram movidas a carne-seca e farinha, cuja técnica de fabricação logo se incorporou ao cotidiano do branco e ainda hoje são praticadas pelas populações interioranas do Norte e Nordeste do Brasil.

Acompanhando carnes ou frutas, promovendo a subsistência em todas as circunstâncias, a farinha de mandioca, que permanece como a grande contribuição indígena aos cardápios brasileiros, foi o resultado de um processo extraordinariamente complexo, que ainda hoje é praticado em tribos de várias regiões.

Obtida da chamada mandioca brava, a massa ralada é acondicionada no tipiti, cilindro de palha trançado esticado por uma pedra em uma das pontas. A espremedura separa a massa do líquido venenoso, que contém ácido cianídrico e escorre para um recipiente.

Enquanto a massa é posta para secar ao sol, peneirada na urupema e por fim assada, o líquido fica ao sol por 24 horas ou é fervido, pelo que se anulam seus efeitos tóxicos. Por decantação, dele obtém-se a fécula, conhecida como tapioca ou beiju; da goma restante, entre outros usos, destaca-se o molho tucupi, típico da região amazônica.

2.2.2 Mandioca e seus derivados

A mandioca e seus derivados vêm sendo largamente utilizados em cinco séculos de civilização brasileira, incorporando e enriquecendo

incontáveis receitas de base portuguesa e africana. Hoje, naturalmente, a farinha de mandioca é produzida de forma totalmente industrial para ser consumida em larga escala nos grandes centros do País.

Também a mandioca mansa ou doce é muito consumida cozida, frita ou participando de várias preparações. Esta exige apenas um processo simples de cozimento em água, já que apresenta teores insignificantes de ácido cianídrico.

Não obstante a relativa capacidade nutricional, a mandioca rústica e generosa tornou-se objeto de um consumo quase afetivo, visto que está vinculado a origem e hábitos verdadeiramente ancestrais.

Restaria dizer que com ela se faz um prato muito consumido no cotidiano e em ocasiões de festa: a farofa, que consiste na farinha passada na manteiga, com temperos e ingredientes variados: banana, ovo, uva passa, couve, torresmo (SABORES, 2006).

2.2.3 Uso e consumo

Segundo Cepa (2012), excepcionalmente em 2011, constata-se que, durante o período de maior concentração da produção, os níveis de preços médios nos segmentos farinha, fécula e polvilho azedo permaneceram relativamente mais altos que em 2010. Mesmo assim, os preços da matéria-prima não foram corrigidos na mesma proporção, mantendo-se praticamente constantes durante toda a colheita.

No ano de 2011, a exemplo de 2012, a demanda esteve reprimida, detectou-se um aumento gradativo da oferta e as compras foram limitadas ao estritamente necessário pelos agentes de comercialização.

No segmento da farinha, este quadro se fez acentuado; no segmento da fécula, um pouco mais ameno; já no de polvilho azedo, as opções criadas a partir de alguns dos subprodutos (pão-de-queijo, beiju, rosca, bolacha, palito, cuscuz e broa) promoveram um maior movimento nas vendas, assegurando os preços em patamares relativamente mais remunerados, principalmente a partir do terceiro trimestre do ano (CEPA, 2012).

2.2.4 Extração manual de mandioca

A agricultura familiar no Estado de Santa Catarina dispõe de um patrimônio natural rico e diverso, que contribuiu para moldar a estrutura fundiária, caracterizada pela predominância de um modelo de agricultura familiar de pequenas propriedades.

O Programa Nacional da Agricultura Familiar Pronaf (2013)

estima que a agricultura familiar em Santa Catarina conte com um total de 180 mil famílias, ou seja, mais de 90% da população rural. A agricultura familiar é responsável por mais de 10% do PIB (Produto Interno Bruto) e produz mais de 50% dos produtos da cesta básica. Dois terços dos postos de trabalho estão no campo e Santa Catarina ganha destaque no cenário nacional com 90% da produção rural, sendo responsável por 4 alimentos de cada 10 que chegam à mesa do brasileiro (EPAGRI, 2011).

Dentre os produtores de Santa Catarina, este estudo abrange os localizados na região de Biguaçu, mais especificamente na Bacia de Três Riachos, abrangendo as comunidades de São Matheus, São Marcos, Canudos e Fazendas, onde predomina um sistema uso da terra denominado Roça de Toco².

Historicamente o aipim é usado nessa região como matéria prima para a produção de farinha, sendo a lenha necessária para se realizar essa produção. As atividades desenvolvidas são árduas e trabalhosas, a extração do aipim é feita com pequenas ferramentas como enxada, cavadeiras, etc. Trabalhos executados com estas ferramentas levam o trabalhador a ter problemas de saúde e produtividade (FANTINI, 2009).

Segundo o manual técnico da EMBRAPA (1988) sobre a bracatinga, inicia sua abordagem mencionando a íntima relação dos povos com as florestas e como estes são responsáveis pela manutenção da fertilidade dos solos, dos mananciais e das condições de vida do planeta. Esta publicação situa a Mimosa scabrella, popularmente conhecida com bracatinga ou maracatinga, como uma espécie florestal amplamente explorada e promovida em diversos locais do Sul do Brasil. Caracteriza também o uso desta espécie no município de Biguaçu, que é exercido há 54 anos na localidade de Três Riachos, e ressalta o modelo de exploração feito em conjunto com a cultura da mandioca (ULLER-GÓMEZ; GARTNER, 2008). Neste sistema, a mandioca é explorada por dois anos, sendo a bracatinga explorada posteriormente como lenha para cocção e na produção de carvão vegetal. Esse manejo fortalece a discussão sobre manejo de derrubada, queima ou roça de toco.

Conforme explica Altmann (2010), o cultivo da mandioca tem adquirido cada vez mais importância, visto que diversos pequenos agricultores têm abandonado outros tipos de cultivo como o fumo, por exemplo, cuja lucratividade tem se apresentado baixa e o custo de

² A Roça de Toco, também denominada agricultura de corte e queima, consiste em um rodízio da terra, alternando entre mandioca, lenha, e um período de descanso do solo.

produção elevado, o que se torna desvantajoso comparado aos benefícios do cultivo da mandioca.

Como visto, o cultivo de mandioca utiliza ferramentas que pouco evoluíram ao longo da história (pás, enxadas, cavadeiras etc), resultando em uma tarefa árdua que traz consequências à saúde dos trabalhadores. Devido a algumas vantagens, o cultivo de mandioca tem se expandido na agricultura familiar. Com base em entrevistas e pesquisas de campo realizadas com esses produtores, identificou-se a necessidade de incorporar a Ergonomia no projeto de ferramentas manuais destes produtores, visando minimizar a problemática relacionada a saúde e produtividade que ocasionam em queixas músculo esqueléticas. 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).

Rozenfeld et al. (2010) explicam que as informações dos clientes ou usuários para o desenvolvimento de produtos são obtidos na forma de necessidades e desejos, normalmente de forma qualitativa, subjetiva e vaga. Assim, para serem transformadas em informações adequadas devem ser interpretadas, gerando parâmetros na forma de requisitos de projeto.

Dentro deste contexto, esta pesquisa tem como objetivo identificar requisitos ergonômicos para uma ferramenta manual utilizada por produtores familiares na extração de mandioca.

A relevância do registro de tal imagem justifica-se ao notar-se que os principais problemas posturais relacionados à atividade ocorrem nesse momento em específico.

A análise da imagem denota problemas relacionados, sobretudo, às regiões dorsal, lombar e do pescoço, claramente submetidas a angulações inadequadas, podendo acarretar sérios problemas posturais que, com o passar do tempo, tendem a constituir patologias. Assim sendo, os fatores de risco relacionados às dores são de natureza biomecânica (postura inadequada, força, repetitividade, compressões mecânicas e vibrações), organizacional (pausas, fragmentação das tarefas etc.), psicossocial (expressão das percepções subjetivas que o trabalhador apresenta em relação aos fatores organizacionais do trabalho) e individual (patologias prévias, idade, gênero etc.).

2.3 ERGONOMIA NA AGRICULTURA

O ser humano deve exercer atividades desde que não seja

prejudicial a si, por esse fator deve-se salientar a importância da Ergonomia no processo projetual, tendo como ponto de partida o ser humano.

A Ergonomia visa a interação com a máquina e o ambiente que o envolve, mas em muitos casos produtos como os equipamentos agrícolas não se adequam ao homem e ainda são comercializados livremente, sem respeitar as normas e os princípios ergonômicos (IIDA, 2005).

A Ergonomia tem a finalidade de melhoria e conservação da saúde dos trabalhadores e concepção e funcionamento satisfatório do sistema técnico. Do ponto de vista da produção e da segurança, objetiva a adequação do trabalho, ferramentas e demais objetos ao homem, procurando garantir à segurança, o conforto, a satisfação e o bem estar de trabalhadores e usuários (WISNER, 1987, MORAES; MONT'ALVÃO, 2000, GOMES FILHO, 2003).

Por meio da pesquisa do ser humano, a Ergonomia tem por objetivo aumentar a eficiência do trabalho, fornecendo dados para que este possa ser dimensionado de acordo com as reais capacidades e limitações do organismo. A Ergonomia ajuda a projetar ferramentas 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 (IIDA, 2005).

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

Segundo Grandjean (1998), a prática da Ergonomia visa alterar o sistema de trabalho, ajustando a atividade existente às características, habilidades e restrições do homem em relação à execução, desempenho eficaz, cômodo e livre de perigo.

Com a utilização da Ergonomia na atividade civil, Iida (2005) comenta que a Ergonomia deve ter como foco os aspectos do comportamento humano e outros fatores, como por exemplo: homem, ambiente, informação, organização, consequências do trabalho. As questões de controle como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e *stress*.

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

limitações do organismo.

A Ergonomia ajuda a projetar ferramentas adequadas ao uso humano, reduz a fadiga 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).

Após a década de 50, o campo da atividade da Ergonomia não se limitava aos setores industriais e bélicos, sendo que a atuação estendia-se a outros setores como o sistema de tráfego e de transporte, produtos de consumo, habitação, áreas de recreação, etc. (BOUERI, 2008).

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, 2009). 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, 2000).

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 de 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 9241 (2000), conforme Cybis, Holtz e Faust (2010).

Pode-se entender a Ergonomia como o conjunto de

conhecimentos a respeito do homem em atividade necessários à concepção de instrumentos, ferramentas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de eficiência, conforto e segurança.

Esses conhecimentos devem também ser utilizados pelos responsáveis para 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 ambiente.

A Ergonomia pode contribuir para reduzir esses problemas (DUL; WEERDMEESTER, 1995). Para Lida (2005), o nosso ambiente é constituído de pessoas, umidade do ar, iluminação, 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 as 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, reduzindo, assim, custos, gerando melhoria da qualidade de vida de toda a população.

A mecanização agrícola tem como objetivo o emprego adequado dos equipamentos e ferramentas, visando a otimização e viabilidade da obtenção de altas produtividades agropecuárias com a racionalização dos custos e a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente.

As ferramentas disponíveis hoje, muitas vezes, não são adequadas 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 ferramentas adequadas às necessidades regionais para atender as necessidades locais, de tecnologia para a agricultura familiar, constituindo nessas 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 extração 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 (POLETTO, 2008).

O Brasil, país de economia agrícola promissora, necessita dos conhecimentos ergonômicos porque, segundo Albuquerque e Nicol (1987), 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.

O Brasil mostrou nos últimos 20 anos um movimento incorreto, operando em nível de ineficiência técnica. As produtividades parciais são mais baixas como um todo, indicando claras tendências de ineficiência tecnológica.

A agricultura brasileira, segundo Nogueira (2001) 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 fornece requisitos ao usuário como 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) entende também que a Ergonomia contribuirá nos índices de produção ou na qualidade do produto.

2.4 PROJETO CENTRADO NO USUÁRIO

A contribuição ergonômica, de acordo com a ocasião em que é feita, é classificada em Ergonomia de concepção, correção e de conscientização (WISNER, 1987).

Segundo Iida (2005) a Ergonomia de concepção ocorre quando a contribuição ergonômica se faz durante a fase inicial do projeto, da máquina ou do ambiente, e a Ergonomia de correção ocorre quando a contribuição ergonômica é aplicada em situações reais, já existentes, para resolver problemas que se refletem na segurança, na fadiga excessiva, em doenças do trabalhador ou na quantidade e qualidade da produção.

E por último a Ergonomia de conscientização. Muitas vezes os problemas ergonômicos não são completamente solucionados, nem na fase de concepção muito menos na fase de correção, então entra a conscientização dos trabalhadores, precavendo sobre os problemas existentes.

O Design e a Ergonomia caracterizam-se como ramos do conhecimento relativamente novos, que se correlacionam em contínuos processos de desenvolvimento. Dentre os objetivos estão a satisfação humana na vivência social e física.

Independentemente das mais variadas e distintas definições, estas disciplinas destacam-se ainda pelos aspectos tecnológicos, uma vez que os fins são sempre aplicativos (FELISBERTO; PASCHOARELLI, 2000). Além disso, participam dos procedimentos e objetivos outras disciplinas e ciências, incluindo a usabilidade, a biomecânica e especialmente a Antropometria.

O surgimento da Ergonomia se constitui de uma abordagem do trabalho humano e interações no contexto social e tecnológico, com vistas para a mostra da complexidade da situação de trabalho e da multiplicidade de fatores envolvidos nas práticas profissionais (ABRAHÃO; TORRES, 2004).

Assim, as contribuições da Ergonomia enquanto área de interesse para melhorias das condições dentro das organizações abrange não apenas o trabalho executado com ferramentas e equipamentos, utilizados para transformar os materiais, mas também em toda a situação que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva (IIDA, 2005).

Após a década de 50 o campo da atividade da Ergonomia não se limitava aos setores industriais e bélicos, sendo que a atuação estendeu-se a outros setores como o sistema de tráfego e de transporte, produtos de consumo, habitação, áreas de recreação, etc. (BOUERI, 2008).

Segundo Dul e Weerdmeester (1995), o foco da Ergonomia é o homem, seja no projeto de trabalho ou nas situações cotidianas, o que faz com que as estratégias em Ergonomia sejam diferentemente classificadas.

De acordo com Kim e Han (2008), a Ergonomia associa-se a duas abordagens: Ergonomia do produto e a Ergonomia da produção. Entanto, pode-se dizer que ambas focalizam as necessidades, facilidades, dificuldades, capacidades e realidades do homem, visando o máximo de conforto, segurança, saúde e eficiência no trabalho, o que acaba integrando os conceitos de usabilidade para as propostas de soluções, principalmente com foco nos produtos que cercam o homem (GRANDJEAN, 1998).

Conforme Jordan (1998) a usabilidade, enquanto conceito, trata da adequação entre o produto e as tarefas, cujo desempenho se destina da adequação com os usuários que o utilizarão, bem como a adequação ao contexto em que será usado.

Tradicionalmente a preocupação com a usabilidade ocorre apenas no final do ciclo do design, durante a avaliação do produto já finalizado. O autor observa que eficácia refere-se ao ponto no qual um objetivo ou tarefa é alcançado com sucesso, pouco sucesso ou fracasso. Entretanto, há situações em que a eficácia pode ser mensurada em termos de extensão onde um objetivo é alcançado, como exemplo o número de peças produzidas ao dia pode fornecer uma percentagem de eficácia. A eficiência refere-se a quantidade de esforço requerido para atingir um objetivo. Quanto menor o esforço requerido, maior a eficiência.

O esforço pode ser mensurado, por exemplo, em termos de tempo

para completar uma tarefa em termos de erros que o usuário faz antes da tarefa estar completa. Sobre satisfação, corresponde ao nível de conforto que os usuários sentem quando estão usando um produto e como aceitam o produto; é considerado pelos usuários como uma média de alcance dos objetivos.

Assim, pode-se dizer que a Ergonomia foca tanto o homem quanto aquele produto que o homem faz uso durante uma atividade. Para Paschoarelli (2003) a Ergonomia apresenta como objetivo a adequação de processos e produtos tecnológicos aos limites, à capacidade e aos anseios humanos.

Muitas vezes as modificações necessárias para as melhorias das condições de trabalho ou otimização da atividade não são possíveis de serem realizadas com o homem, sejam pelas limitações estruturais, psicológicas ou do próprio ambiente e organização.

A seguir exemplos de ferramentas manuais onde a Ergonomia tenha sido utilizada e tenha conseqüentemente trazido benefícios, preferencialmente em termos de saúde.

2.5 ERGONOMIA APLICADA A FERRAMENTAS MANUAIS

Dentro do enfoque ergonômico, as ferramentas e materiais são adaptados às características do trabalho e capacidades do trabalhador, visando promover o equilíbrio biomecânico, reduzir as contrações estáticas da musculatura e o estresse geral.

O uso de ferramentas manuais está ligado a história do homem e começou provavelmente com o primeiro homem pré-histórico que escolheu uma pedra de formato que melhor se adaptasse à forma e movimentos da mão, para usá-la como arma. As ferramentas proporcionavam poder e facilitavam as tarefas como caçar, cortar e esmagar (IIDA, 2005).

O uso e desenvolvimento de ferramentas e objetos foram importantes para o desenvolvimento da civilização, servindo, inclusive, como parâmetro para a divisão da história do homem em períodos, de acordo com o material utilizado (BURNS; LERNER; MEACHAM, 2007).

Segundo Napier (1980), o projeto de ferramentas manuais negligencia a área da pega e para que uma ferramenta seja de máxima eficiência a pega deve ser projetada para a função específica da ferramenta. Devem levar em consideração as situações ambientais como clima, mãos sujas que trabalham sobre andaime, etc.

Os problemas com ferramentas manuais são recorrentes em

diversas áreas de trabalho. Schoenardie (2013), ao pesquisar chaves de fenda concluiu que as características dessas ferramentas quanto à pega, empunhadura, manejo, acabamento e materiais devem ser definidos na concepção do projeto, levando em conta diferentes requisitos.

Teixeira et al. (2011) estudaram a Ergonomia no uso de estiletas em gráficas rápidas. O estudo utilizou o protocolo Rula para avaliar a postura durante o refile de cartões de visita. Segundo os autores, embora de forma geral os trabalhadores estejam satisfeitos com as ferramentas que utilizam, a atividade necessita de intervenções ergonômicas, pois oferece risco aos trabalhadores, sobretudo devido a altura da bancada de trabalho e posturas adotadas.

Garcia (2012) investigou a Ergonomia e usabilidade das facas utilizadas para o desconche de mexilhões em uma empresa de pescados, com o objetivo de identificar características de design que necessitam de modificações para a melhoria da Ergonomia e usabilidade da ferramenta.

No estudo sobre o martelo Guilhon, David e Diniz (2004) descrevem a aplicação de princípios ergonômicos para a redução do esforço realizado pelo usuário no ato da quebra do caranguejo para a degustação da carne, e ainda a inclusão de maior nível de precisão de movimento.

Neste sentido, pode-se dizer a importância das ferramentas até os dias atuais e diversos trabalhos exercidos pelo homem com a utilização de ferramentas manuais e que o trabalho deveria ser cientificamente observado de modo que para cada tarefa fosse estabelecido o método correto de executá-la, com um tempo determinado, usando as ferramentas corretas.

Segundo Iida (2005), desde o início dos estudos com Ergonomia as aplicações restringiram-se à indústria e ao setor militar e aeroespacial. Recentemente, expandiram-se para a agricultura ao setor de serviços e à vida diária do cidadão comum. Isso exigiu novos conhecimentos como as características de trabalho de mulheres, pessoas idosas e aqueles portadores de deficiências físicas.

O uso extensivo de ferramentas manuais apresenta uma relação importante no aparecimento de lesões e distúrbios musculoesqueléticos, apresentando estes problemas no corpo humanos especificamente nos membros superiores.

Pavani (2007) explica que o projeto ergonômico de ferramentas manuais pode atenuar os riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, além disso, minimizar impactos negativos às empresas, como reduções da produtividade, aumento de custos, aumento no absenteísmo médico,

comprometimento da capacidade produtiva, menor qualidade de vida do trabalhador, aposentadorias precoces e indenizações.

Segundo Kuijt-Evers et al. (2004), quando uma ferramenta provoca desconforto (como músculos doloridos e pressão sobre a mão), não se pode continuar a tarefa, sendo necessárias repetidas pausas, principalmente se a tarefa é realizada em alta velocidade. Dessa forma o sentimento de desconforto pode causar diminuição da produtividade.

Para minimizar estes problemas, Albano et al. (2005) sugere adaptar as ferramentas às características dos seres humanos, pois além de segurança esse tipo de ferramenta pode oferecer mais conforto e satisfação aos usuários.

Para García-Cárceles et al. (2012) a consideração de dados antropométricos é essencial para todos os envolvidos no desenvolvimento de ferramentas manuais. A seleção dos requisitos apropriados para realização de tarefas específicas devem levar em consideração as características da população que irá utilizar a ferramenta. Essas considerações somadas a questões cognitivas permitem o desenvolvimento de ferramentas mais seguras.

As melhorias ergonômicas nas ferramentas manuais podem minimizar impactos a saúde e a segurança dos usuários, especificamente nas atividades dos agricultores que trabalham com a extração manual de mandioca.

Neste sentido o desenvolvimento de ferramentas manuais tem relação direta com os problemas relacionados ao trabalho desempenhado pelos membros superiores, sendo que no desenvolvimento de ferramentas a Ergonomia de concepção é um dos fatores que podem melhorar o produto e não resultar em distúrbios e traumas cumulativos (MOTAMEDZADE et al., 2007, KONG et al., 2008).

Assim, a Ergonomia, sendo considerada no design do projeto pode contribuir no desenvolvimento de ferramentas que atendam as demandas de mercado quanto a eficiência, eficácia, satisfação, contribuindo para a redução de erros, fadiga, acidentes e lesões.

2.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A fundamentação teórica deste trabalho teve como finalidade a construção de tópicos advindos da Engenharia de Produção, Ergonomia, Agricultura familiar e ferramentas manuais, vindo de encontro ao entendimento das atividades desenvolvidas na extração manual de mandioca, que sofre as consequências de falta de ferramentas manuais afetando a atividade de extração de raízes pelos agricultores.

O projeto de produção para ser adequado precisa considerar os fundamentos da Ergonomia que foram apresentados na revisão da literatura, de forma que as capacidades e limitações do homem não sejam ultrapassadas na execução de determinada tarefa. Na Ergonomia o objeto central do estudo é o ser humano, suas habilidades, capacidades e limitações.

Foi feito um resgate da agricultura no mundo, agricultura familiar no Brasil e no Estado de Santa Catarina. A cultura da mandioca, tipos de farinhas, uso e consumo, a extração manual, a Ergonomia na agricultura, o projeto centrado no usuário e Ergonomia aplicada a ferramentas manuais.

Dados recentes informam que a agricultura familiar detém cerca de 30% da produção agrária no mundo, no Brasil a importância se traduz em números ao representar mais de 10% do produto interno bruto nacional. A importância da agricultura familiar é particularmente crucial no interior do país, onde é suficiente para alimentar o mercado de trabalho de pequenas cidades (CEPA, 2012).

Esse conteúdo teórico balizou o estudo e encaminhamentos para o entendimento da ocorrência de problemas com a falta de ferramentas manuais para a extração de raízes. A despeito de tudo isto, no intuito de manter-se relevante, o setor vem enfrentando uma série de desafios, sobretudo frente aos grandes conglomerados de produção rural que têm se utilizado de métodos e meios de produção cada vez mais eficientes.

O enfrentamento destes desafios se dá em várias frentes, como melhorias nos canais de transporte e comercialização. Ainda assim, alguns implementos continuam um tanto distante da realidade dos pequenos agricultores.

A agricultura tradicionalmente caracteriza-se por uma série de atividades exercidas pelos agricultores, o que gera uma sobrecarga de tarefas, causando fadiga, doenças relacionadas ao trabalho e diminuição da capacidade produtiva (POLETTI, 2008).

Os agricultores familiares possuem um terreno pequeno para conseguir a sobrevivência e passam a executar a mecanização de forma rústica, utilizando de ferramentas rudimentares. Os esforços aplicados a estas atividades rurais prejudicam o agricultor que vem a ter adoecimentos e lesões provocados pelo trabalho provocado por vezes o abandono das atividades.

Com raras as exceções, percebe-se que o processo de desenvolvimento do produto de ferramentas agrícolas ainda está baseado na definição de demanda de mercado e na adaptação de concepções de ferramentas 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, p. 5).

Diante destas afirmações que apontam pela falta de ferramentas que venha atender a agricultura familiar, tende a salientar o desenvolvimento de ferramentas que atendam as normas de segurança, eliminando os riscos à saúde.

Para tanto é necessário identificar os fatores associados às queixas musculoesqueléticas no contexto de saúde do trabalho dos agricultores especificamente da agricultura familiar, considerando as especialidades da Ergonomia Física.

Para os trabalhadores as consequências envolvem a saúde e o estado funcional que podem limitar as possibilidades de evolução e suas competências e restringir a possível ampliação da experiência profissional. Essas consequências possuem decorrências sobre a vida social e econômica, sobre a formação e o próprio emprego.

Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde (IEA, 2000).

Em síntese, as questões associadas ao trabalho e a Ergonomia Física, indicadas pela Associação Internacional de Ergonomia IEA (2000) são importantes para o entendimento das queixas musculoesqueléticas e no que tange a agricultura familiar estas são fundamentais para estratégias de prevenção, controle e intervenção.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados para alcançar os objetivos propostos na pesquisa. Assim, serão apresentadas a caracterização do estudo, a metodologia empregada e os procedimentos realizados para identificar os riscos de saúde, também os requisitos ergonômicos para o desenvolvimento do projeto de um extrator manual de mandioca.

3.1 TIPO DE ESTUDO

Esta pesquisa é caracterizada, segundo Gil (2010), quanto a natureza aplicada, pois visa gerar conhecimentos para a identificação dos requisitos ergonômicos na construção de uma ferramenta manual para extração de raízes. Quanto aos objetivos é considerada exploratória. Para Silva e Menezes (2005, p. 21) a pesquisa exploratória.

visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Do ponto de vista do procedimento técnico, a presente pesquisa é um estudo de caso, que Gil (2010, p. 72) define como aquele “caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado [...]”.

A abordagem é qualitativa, pois se relaciona com o problema de modo subjetivo por meio de registro, observações e análises, passando pela interpretação do autor do ponto de vista dos objetivos.

3.2 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado com os agricultores familiares pertencentes do Estado de Santa Catarina. A escolha dos locais de coleta de dados foi realizada em reuniões com a Epagri, que fez a indicação da região de Biguaçu, no Estado de Santa Catarina, na bacia de três Riachos que compreende as seguintes comunidades: São Mateus, São Marcos,

Canudos e Fazendas.

Salienta-se que a pesquisa foi realizada com os agricultores familiares do estado de Santa Catarina. A escolha dos locais de realização das coletas de dados foi definida junto à EPAGRI (Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), que fez a indicação das regiões de Biguaçu que compreendem as comunidades de São Mateus, São Marcos, Canudos e Fazendas. Foram visitados 19 agricultores que plantam mandioca no sistema de Roça de Toco. Devido a problemas de saúde um agricultor não realizou a extração manual de mandioca, participando unicamente dos questionários, desta forma a etapa dos questionários conta com 19 respostas e a extração com 18. Antes do início da entrevista os participantes foram convidados a ler e assinar um Termo de Consentimento de Livre Esclarecimento (TCLE), concordando com os termos da pesquisa.

3.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres humanos da Universidade Federal de Santa Catarina no dia 27 de setembro de 2012, sob o número 05372012.9.0000.0121 (APÊNDICE A), e autorizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), conforme (ANEXO B).

Após aprovação pelo CEPESH - Comitê de Ética em Pesquisa, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), foi elaborado o TCLE, o qual obedece aos seguintes requisitos:

- a) Foram elaborados pelo pesquisador responsável;
- b) Foram assinados por cada um dos sujeitos da pesquisa;
- d) Foram elaborados em duas vias, sendo uma retida pelo sujeito da pesquisa ou por seu representante legal e uma arquivada pelo pesquisador (HARDY et al., 2004).

Cabe destacar que esta pesquisa conta com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

3.4 ETAPAS DA PESQUISA

Para a concretização do estudo foram seguidas as etapas apresentadas a seguir:

- Etapa 1: Seleção e identificação da amostra;

- Etapa 2: Avaliação da extração manual de raízes;
- Etapa 3: Avaliação da extração manual de raízes com o auxílio de ferramenta inicial;
- Etapa 4: Projeto ergonômico de ferramentas;
- Etapa 5: Avaliação da extração manual de raízes com a ferramenta projetada ergonomicamente;
- Etapa 6: Síntese das avaliações e identificação de características ergonômicas a serem incorporadas no projeto de ferramenta.

3.4.1 Etapa 1: Seleção e identificação da amostra

Este estudo foi aplicado à população formada pelos agricultores da região de Biguaçu, na Micro bacia de três riachos, no Estado de Santa Catarina, onde estão localizadas as comunidades São Mateus, São Marcos, Canudos e Fazendas.

Para a seleção da amostra foi agendada uma visita na comunidade no mesmo dia de reunião da EPAGRI para a apresentação do autor da pesquisa aos agricultores. Neste primeiro contato foi apresentada a ferramenta de extração manual de mandioca, objeto de estudo da pesquisa. Após a reunião, os agricultores foram convidados a utilizar a ferramenta inicial para avaliar a eficiência e decidir pela participação na pesquisa.

3.4.2 Etapa 2: avaliação da extração manual de raízes

A análise foi realizada por meio da observação direta, registro fotográfico e filmagem da atividade de extração manual. O agricultor executa a tarefa de extração manual, apoiando os pés como alavanca, e pega as ramas com a mão, forçando para cima a extração das raízes.

3.4.3 Etapa 3: Avaliação da extração manual de raízes com o auxílio de ferramenta

Foram realizadas visitas técnicas com a Equipe da Epagri para conhecer as comunidades de Três Riachos e apresentar a ferramenta inicial para os agricultores, além de convidá-los para iniciar a pesquisa com o uso de uma ferramenta inicial nas propriedades.

3.4.4 Etapa 4: Projeto ergonômico de ferramentas para extração manual de mandioca.

a) Definição de conceitos

A análise da observação do agricultor utilizando a ferramenta foi importante para identificar novas oportunidades para a geração de conceitos.

A análise das funções do produto foi muito útil para encontrar soluções e dar forma aos conceitos provenientes da análise da tarefa. Com o uso de analogias, os mecanismos utilizados foram baseados em produtos já existentes no mercado, aumentando as chances de viabilização.

Sabe-se que o extrator manual de mandioca é composto por apenas uma haste de ferro e engate, e que os conceitos serão inicialmente gerados para obter os requisitos de projetos e elaborar as atividades seguintes de geração de ideias.

b) Geração de ideias

Para compreender as atividades de extração manual de mandioca e transformar as informações obtidas em requisitos de projeto foi realizado um *Brainstorming*.

Essa técnica é utilizada para que as pessoas expressem ideias para o grupo, nesse caso sobre as possíveis soluções de um extrator manual de mandioca. Para a realização do *brainstorming* foi definido um roteiro com cinco etapas.

Figura 1 - Etapas do Brainstorming.

Duração	Atividade	Objetivo
15 min	Início processo criativo	Apresentar um problema hipotético. Ex.: arrancar tênis sem usar as mãos
15 min	Direcionamento para o problema	Coisas que podem ser arrancadas. Ex.: dente, rolha, frutas do pé etc
20 min	Anotar idéias em painéis	Definir novos métodos para extrair mandioca do solo
5 min	Seleção das melhores idéias	
15 min	Discussão	

Fonte: o autor.

- A primeira etapa é o levantamento de ideias hipotéticas sem compromisso com a aplicabilidade prática;
- A segunda etapa é a expressão de ideias abrangendo o tema;
- Na terceira etapa são sugeridas formas para contribuir e surgirem ideias relativas ao tema proposto;
- Na quarta etapa são fornecidas aos participantes as informações levantadas dos usuários, no caso os agricultores.
- Por fim, na quinta etapa é sugerida e realizada uma discussão a partir da qual foram definidos os requisitos de projeto.
- Para a realização de cada etapa os participantes receberam papel, caneta e cartazes.

c) **Desenvolvimento de alternativas**

O desenho atual do extrator apresenta os pontos críticos para executar as atividades de extração manual. Nesta fase foram desenvolvidos diversos desenhos manuais das ideias preliminares.

d) **Selecionar propostas**

A seleção dos conceitos envolve o uso da criatividade,

combinando diferentes conceitos e mesclando os aspectos positivos destes.

Além das características estéticas e funcionais de cada produto, analisou-se também a capacidade de adaptação destes ao estilo, estrutura e função dos demais conceitos de produtos gerados para esta ferramenta.

e) Refinamento

Nesta etapa foram indicadas as potencialidades e formas de utilização, funcionamento e manutenção da ferramenta.

f) Apresentação dos requisitos

Esta fase compreende o modelo que atende as necessidades dos requisitos propostos no *brainstorming*. Os levantamentos indicam a necessidade de se eliminar principalmente as posturas que causam constrangimento postural na extração de mandioca.

3.4.5 Etapa 5: Avaliação da extração manual de raízes com a ferramenta projetada ergonomicamente

Esta etapa compreende a realizar a simulação dos percentis 5, 50 e 95 com a ferramenta inicial e a ferramenta projetada no terreno plano e inclinado, utilizando o *Xsens MVN Biomech* para gerar os ângulos das articulações do joelho e tronco.

3.4.6 Etapa 6: Síntese das avaliações e identificação de características ergonômicas a serem incorporadas no projeto de ferramenta

Identificação das avaliações e características ergonômicas no projeto da ferramenta projetada.

3.5 PROJETO

A metodologia projetual tem um papel de grande importância em qualquer atividade de desenvolvimento de projeto. O principal papel é apontar formas de se alcançar os objetivos de uma maneira organizada e com isso facilitar a tomada de decisões sobre determinados pontos do projeto.

Pahl e Beitz (1996) definem esta fase como a parte do processo

de projeto na qual, pela identificação dos problemas essenciais através da abstração, pelo estabelecimento da estrutura de funções e pela busca de princípios de solução apropriados e as combinações, o caminho básico da solução é exposto através da elaboração de uma concepção de solução, indicando um roteiro a ser aplicado na execução.

A pesquisa compreende a metodologia de desenvolvimento de projeto de Rozenfeld (2010), que está baseada em: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

a) Pré-desenvolvimento: caracteriza-se pela definição dos projetos e produtos que serão desenvolvidos e compreende três etapas:

- Etapa 1: Seleção e identificação da amostra,
- Etapa 2: Avaliação da extração manual de raízes
- Etapa 3: Avaliação da extração manual de raízes com o auxílio de ferramenta.

b) Desenvolvimento: envolve a elaboração do projeto do produto e decompõe-se em quatro fases denominadas projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção e lançamento do produto. Compreende a seguinte etapa:

Etapa 4: Projeto ergonômico de ferramentas;

c) Pós-desenvolvimento: apresenta o modo de como acompanhar o produto/processo e a forma de descontinuar o produto. Compreende as etapas:

- Etapa 5: Avaliação da extração manual de raízes com a ferramenta projetada;
- Etapa 6: Síntese das avaliações e identificação de características ergonômicas.

3.6 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada nas propriedades dos agricultores, o tempo destinado às coletas foi conforme a necessidade e disponibilidade dos produtores escolhidos com épocas da extração manual de mandioca.

A realização do estudo foi iniciada mediante reuniões com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. Epagri e o Centro Socioeconômico e de Planejamento Agrícola Cepa. Após essas reuniões foram agendados os dias e horários de avaliação nas propriedades para serem aplicados os testes de campo.

De forma geral pode-se dizer que os procedimentos de coletas foram divididos em duas etapas:

- Primeira etapa: análise da situação de trabalho com extração manual de mandioca;
- Segunda etapa: análise da situação de trabalho com a ferramenta inicial;

Todas estas etapas estão relacionadas aos riscos à saúde, que compreende as queixas musculoesqueléticas desenvolvidas pelos agricultores durante a execução das atividades.

Para a coleta de dados foram contatados os agricultores, marcando dia e horários e em cada propriedade os agricultores foram convidados a participar, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO C).

Foram organizados os seguintes questionários: Nórdico e sócio econômico de forma abranger os aspectos da Ergonomia da parte física.

3.6.1 Instrumentos utilizados na coleta dos dados

O questionário é um instrumento utilizado para a coleta de dados e pode ser composto por perguntas que perfazem uma série ordenada. Elas devem ser respondidas por escrito pelo pesquisado, sem identificação e, de preferência, sem a presença do pesquisador.

Foram contatadas os proprietários pertencem a agricultura familiar, indicadas pela Epagri.

Todas eles apresentavam a cultura de mandioca na fase de produção, plantada em situação de plano e morro.

Para cada um dos trabalhadores foram coletados dados pessoais (relativos a idade, comunidade, data de nascimento, gênero, estado civil, grau de instrução, filhos, o que produz na propriedade, tempo de atividade com a extração de mandioca e tamanho da área de plantio).

Foi elaborado o questionário sócio demográfico com questões abertas e fechadas, direcionados aos agricultores, conforme o (APÊNDICE A). E o Quadro 1 ilustra as variáveis, a categoria estabelecida para a análise dos dados, as medidas e a escala utilizada.

a) Questionário Sócio demográfico

Quadro 1 - Dados sócio demográficos.

Variável	Categoria estabelecida
Identificação	Nome
Comunidade	São Mateus São Marcos Canudos Fazendas
Faixa etária (anos)	0 até 25 26 a 30 31 a 35 36 a 40 41 a 45 46 a 50 mais de 50
Estado civil	Solteiro Casado/união estável Separado Viúvo Recasado
Grau de instrução	Ensino fundamental Ensino médio Ensino superior completo
Filhos	Sim Não
O que produz na propriedade	Mandioca, carvão, banana, melado, cana, gado, cachaça, feijão, etc.
Tempo de atividade com mandioca	1 a 5 anos 5 a 10 anos 10 a 15 anos 15 a 30 anos 30 a 40 anos 40 a 50 anos
Tamanho da área de plantio	Em hectares
Destino da produção	Mercados e Feiras da região

Fonte: Dados primários (2013).

b) Questionário Nórdico

Para a verificação dos sintomas de queixas musculoesqueléticas, foi aplicado o questionário nórdico (ANEXO D). O instrumento foi desenvolvido por Corlett e Bishop (1976) e validado no Brasil por Pinheiro, Tróccoli e Carvalho (2002).

Consiste em uma folha com um mapa corporal de frente e costas. As queixas musculoesqueléticas são classificadas como sintomas de dor, desconforto, formigamento ou dormência nas regiões corporais (BARROS; ALEXANDRE, 2003).

O questionário nórdico classifica as queixas musculoesqueléticas como sintomas de dor, desconforto, formigamento ou dormência nas regiões corporais.

Este questionário, conforme já citado na metodologia, divide-se em três fases, perguntando sobre as queixas musculoesqueléticas dos últimos 12 meses, os últimos 7 dias e se nos últimos 12 meses o agricultor necessitou ficar ausente das atividades.

a) Considerando os últimos 12 (doze) meses, você tem tido algum tipo de problema (tal como dor, desconforto ou dormência) nas seguintes regiões: pescoço, ombros, cotovelos, antebraços, punhos, mãos e dedos, região dorsal, região lombar, quadris ou coxas, joelhos e tornozelos ou pés.

b) Você tem tido algum problema nos últimos 7 (sete) dias, nas seguintes regiões: pescoço, ombros, cotovelos, antebraços, punhos, mãos e dedos, região dorsal, região lombar, quadris ou coxas, joelhos e tornozelos ou pés.

c) Durante os últimos 12 (doze) meses você teve que evitar as atividades normais (trabalho, serviço doméstico, ou passatempos) por causa de problemas nas seguintes regiões: pescoço, ombros, cotovelos, antebraços, punhos, mãos e dedos, região dorsal, região lombar, quadris ou coxas, joelhos e tornozelos ou pés.

c) Protocolo Rula

Para a avaliação de Antropometria foi utilizado o protocolo Rula (Anexo D). O protocolo Rula (Rapid Upper-limb Assesment) que permite obter uma avaliação da sobrecarga biomecânica dos membros superiores e do pescoço em uma tarefa ocupacional. Como os próprios autores Mc Atamney and Corlett (1993) enfatizam que este método deve ser utilizado em um contexto de avaliação ergonômica geral. Essa afirmação parece evidente pelo fato de que o *output* principal do protocolo é aquele de identificar a necessidade de uma análise mais profunda do risco com outros métodos, portanto é um instrumento de

investigação genérica. O determinante de risco ergonômico neste protocolo é representado pelas posturas assumidas pelos trabalhadores na jornada de trabalho. As posturas avaliadas são as adotadas pelos membros superiores: o pescoço, o tronco e os membros inferiores.

A avaliação de risco é feita a partir de uma observação sistemática dos ciclos de trabalho, pontuando as posturas, frequência e força dentro de uma escala que varia de um, correspondente ao intervalo de movimento ou postura de trabalho onde o fator de risco correlato é mínimo até o valor nove, onde o fator de risco correlato é máximo. Esta pontuação é fundamentada na literatura especializada em biomecânica ocupacional.

Figura 2 - Nível de intervenção para os resultados do protocolo Rula.

Nível de Ação	Pontuação	Intervenção
1	1-1	A postura é aceitável se não for mantida ou repetida por longos períodos.
2	1-4	São necessárias investigações posteriores; algumas intervenções pode se tornar necessárias.
3	5-6	É necessário investigar e mudar em breve
4	≥ 7	É necessário investigar e mudar imediatamente

Fonte: Dados primários (2013).

Segundo Colombini (2005) não foi conduzida uma análise da resposta entre a pontuação final, protocolo Rula, os distúrbios dos membros superiores e pescoço. Esta análise foi conduzida somente nas pontuações das posturas, partindo do conceito de que uma pontuação igual a um fosse aceitável, não considerando alguns determinantes do risco, como os elementos relativos à organização do trabalho como as pausas ou o vínculo imposto pelo ritmo não controlado de uma linha de produção.

Entre os fatores complementares são levados em consideração os movimentos rápidos ou as pancadas (golpes), mas não consideradas, por exemplo, as compressões localizadas, as vibrações e as temperaturas extremas. Enfim, este protocolo propõe-se a determinar, no que diz respeito às posturas assumidas durante o trabalho, as propriedades de

intervenção ou a necessidade de posteriores investigações realizadas.

d) Sistema de captura de movimentos - *Xsens MVN Biomech*

Para compreender os movimentos realizados com a ferramenta projetada foi necessária aplicação de uma ferramenta auxiliar: a *Xsens MVN Biomech*, um sistema de captura de movimentos composto por sensores inerciais que rastreiam os segmentos do corpo, a orientação, posição e movimentação a partir de giroscópios e acelerômetros.

Possui 17 sensores dos quais 10 são fixados na parte superior do corpo e sete na parte inferior. Os sensores são fixados por meio de cintas com velcro.

O sistema funciona em tempo real e a captura é realizada a 120 Hz, permitindo uma análise minuciosa e detalhada dos movimentos.

Os dados são transmitidos via *Wireless* para um computador com o *software* MVN Studio Pro que permite a observação, gravação e exportação dos movimentos em 3D. No MVN Studio Pro é possível gerar gráficos dos ângulos das articulações, da velocidade e duração dos movimentos.

O equipamento pode ser utilizado em qualquer ambiente e tipo de terreno (ROETENBERG; LUINGE; SLYCKE, 2013).

3.7 ETAPA 1: SELEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

A pesquisa foi aplicada aos agricultores que foram convidados e concordaram em participar da pesquisa, conforme termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO C), totalizando uma amostra de 19 participantes.

A amostra constitui-se por agricultores adultos com idade de 37 a 72 anos com (34,63%) entre 37 a 49 anos e (55,37%) entre 50 a 72 anos. Desses, (94,74%) do sexo masculino e (5,26%) do sexo feminino que trabalham predominantemente com a cultura da mandioca.

Também constitui o estado civil abrangendo 1 solteiro (5%), 1 separado (5%) e 17 casados (90%) com escolaridade de 1 não alfabetizado (5%) e 18 com quarta série do primeiro grau (95%).

Quanto ao tamanho da família, esta amostra apresenta 3 agricultores que não têm filhos (16%), 7 têm um filho (37%), e com 2 filhos (43%).

Estão em atividades com a produção da cultura da mandioca há cerca de 40 anos, visto que vão passando de pais para filhos. Entretanto, no grupo pesquisado os mais velhos já não estão conseguindo transferir

a tradição tão facilmente.

3.7.1 Identificação de oportunidades

A identificação de oportunidades de mercado com as demandas e possibilidades de executar os projetos na área da agricultura, especificamente a agricultura familiar que trabalha com a extração manual de mandioca.

Foi avaliada a capacidade técnica previamente em visita técnica e reunião com a Epagri Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina para conhecer o projeto Rede Sul Florestal³.

Na etapa seguinte, buscou-se em primeira instância a familiarização e reconhecimento das características principais do setor, bem como a compreensão das características da região onde foi realizada a pesquisa.

Diante desta demanda, os pesquisadores da Epagri apresentaram o convite para compor o projeto e foram discutidas as condições de pessoal, recurso e tempo necessário para as reuniões nas comunidades e visitas às propriedades dos agricultores.

Nesta reunião foram apresentadas e identificadas as demandas que nortearam o projeto. A atividade é exercida dentro de um contexto de trabalho familiar, com incertezas econômicas e baixo índice de mecanização.

A agricultura familiar especificamente os que fazem o plantio de mandioca, produz a sua própria fonte de alimento e também de renda com dificuldades em conseguir uma boa produção que tenha menos impacto à sua saúde. Sendo assim, o desenvolvimento de uma ferramenta para que lhes ajude no momento da colheita seria essencial para uma boa produtividade e redução dos impactos na saúde.

3.7.2 Levantamento preliminar de mercado

Após esta constatação, foi feita uma pesquisa com os concorrentes existentes no mercado, que são os arrancadores manuais de mandioca. A análise consta de ferramentas que realizam a extração manual de mandioca através de alavancas para minimizar o esforço, conforme a figura 3.

³ REDE SUL FLORESTAL: PD&I em sistemas florestais e produção de energia na agricultura familiar.

Figura 3 - Ferramentas para extração manual de mandioca existente no mercado.



Fonte: Globo Rural 2012.

Para verificar a viabilidade foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a cultura da mandioca em seu contexto global, nacional e regional e um breve estudo sobre o consumo de mandioca.

O processo abrangeu dados da FAO, CAPES, CNPq, EPAGRI e visitas a campo, observou-se que a região de estudo apresenta características diferenciadas de produção de farinha de mandioca o ano todo.

Pesquisou o levantamento de material bibliográfico sobre o tema em teses, artigos e patentes e na internet, mas não foram encontradas ferramentas manuais para realizar a extração manual da mandioca.

3.7.3 Pesquisar a viabilidade legal e técnica

Foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a viabilidade legal e técnica feita no site INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial e no Portal da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior em busca de patentes e artigos sobre o tema para verificar a existência de ferramentas que realizam a extração manual da mandioca.

Os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial são regulados pela Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. As ferramentas para a extração da mandioca se enquadram conforme os critérios do INPI (Instituto Nacional da Propriedade Intelectual) para registro como patente de modelo de utilidade.

Conforme o artigo 9º da Lei nº 9.279 é patenteável como modelo de utilidade o objeto de uso prático, ou parte deste suscetível de aplicação industrial que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo que resulte em melhoria funcional no uso ou na fabricação. A patente de modelo de utilidade vigorará pelo prazo de 15 anos contados da data de depósito.

Realizou-se uma pesquisa preliminar na base de patentes do INPI com os seguintes termos:

- Arrancador manual;
- Extração manual de mandioca;
- Ferramentas para extração manual de mandioca.
- O arrancador de mandioca que apresenta a invenção de um elemento que conjuga a função de arrancar a mandioca com a rama inteira, sem decepar e danificar a rama, proporcionando, assim, menos custo de mão de obra e maior rapidez no processo de extração da mandioca.
- Dispositivo arrancador de mandioca e outras plantas referem-se ao desenvolvimento de um dispositivo arrancador de mandioca, café, milho e outras plantas, compreendendo uma estrutura metálica dotada de rodas para deslocamento e transporte, portando um conjunto de garfos próximos ao rodado, dotados de movimento de pressão e acionados por uma alavanca colocada na parte superior do carro.
- Equipamento mecânico para extração de mandioca e outros tubérculos, por ser constituído por uma máquina especialmente projetada e desenvolvida para remover mandioca e outros tubérculos.

3.7.4 Visita preliminar a campo

Em maio de 2012 ocorreu a primeira visita preliminar a campo para facilitar a inserção da equipe e contextualizar todos os parceiros a respeito do projeto a Epagri. Foram convidados os envolvidos para a realização de uma oficina em Biguaçu, na comunidade São Mateus, para resgatar as atividades já desenvolvidas e apresentar a equipe para realizar a pesquisa junto aos agricultores, conforme figura 4.

Durante todo o evento os agricultores descreveram dificuldades com relação a promoção do produto no mercado, devido a falta de embalagens adequadas e a regularização do produto;

No final da oficina também relataram que a colheita de mandioca, atualmente, é feita manualmente e sem ferramentas. Este tipo de trabalho apresenta muitas dores nas costas e dificuldades para vencer a produção.

Figura 4 - Reunião com os agricultores.



Fonte: o autor.

3.7.5 Proposta e equipe de projeto

No final do mês de maio de 2012, após a identificação da demanda, foi elaborado um planejamento de pesquisa de campo e, dessa forma, a visita preliminar possibilitou identificar os itens necessários para a coleta de dados.

Neste planejamento foram verificados quantos agricultores seriam visitados as datas e os dias a serem informados da visita. Diante desta aceitação da pesquisa, apresentada para os agricultores, foi elaborada uma proposta de trabalho com cronograma a ser seguido durante a coleta de dados.

Foi apresentada uma proposta de trabalho para a Epagri, para iniciar as atividades de pesquisa, contendo as fases de coleta de dados envolvendo o problema, objetivo geral e específico, justificativa, metodologia, cronograma e resultados da pesquisa.

Na proposta foi delegado que o problema da pesquisa seria identificar os requisitos ergonômicos da atividade de extração manual de mandioca para o desenvolvimento de uma ferramenta manual para realizar a extração de raízes. Foram decididos que a coleta teria início quando o projeto fosse aprovado no Comitê de Ética da Ufsc. Após esta fase começaram as atividades de visitas nas propriedades dos agricultores com início em junho de 2012 e foram até 27 de novembro de 2012.

3.7.6 Princípios éticos da pesquisa

Para realizar a pesquisa foi necessário submeter o projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres humanos da Universidade Federal de Santa Catarina protocolado no dia 27 de setembro de 2012, sob o número 05372012.9.0000.0121 (APÊNDICE A).

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres humanos da Universidade Federal de Santa Catarina no dia 27 de setembro de 2012, sob o número 05372012.9.0000.0121 (APÊNDICE A) e autorizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), conforme (ANEXO A e B).

Após a aprovação pelo CEPESH - Comitê de Ética em Pesquisa, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), foi elaborado o TCLE – termo de consentimento livre e esclarecido.

Com a proposta de trabalho aprovada, e tendo as autorizações dos princípios éticos, começaram a parte de organização da logística de coleta de dados.

O projeto da Rede Sul Florestal cedeu o veículo para realizar o transporte do pesquisador e os bolsistas de apoio.

3.7.7 Levantamento de dados

Depois da compreensão da problemática da pesquisa de identificar os fatores que estão associados às queixas musculoesqueléticas, iniciou-se a etapa de levantamento de dados, a partir da qual as informações são coletadas de forma mais objetiva e sistematizada. Dessa forma, serão relatados nesta etapa os procedimentos e locais adotados para o levantamento, cabendo à etapa seguinte a organização e discussão dessas informações. Nesta etapa foram elaborados os instrumentos utilizados na coleta dos dados que compreende: o questionário sócio demográfico, o questionário nórdico, o TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Juntamente foram definidos os equipamentos para realizar as fotografias e filmagem e como armazenar os documentos digitais, tendo como equipamentos máquina fotográfica, câmera filmadora e tripé.

3.7.8 Visita a campo às propriedades em Biguaçu na Bacia de Três Riachos nas comunidades de São Mateus, São Marcos, Canudos e Fazendas.

As visitas às propriedades foram agendadas e programadas com os agricultores, obedecendo a disponibilidade para a realização da pesquisa.

A área experimental é caracterizada por terrenos argiloso e poroso, na várzea o solo é mais compacto e nos morros, onde é plantada a mandioca, apresenta solo permeável. Todas as propriedades pesquisadas são demarcadas pela Epagri como área experimental para estudos e pesquisa, conforme a figura 5.

Figura 5 - Área experimental da pesquisa.



Fonte: o autor.

As plantações de mandioca são realizadas nas várzeas e nos morros, isto se deve ao fato de ter que cortar a bracinga para realizar a queima para o carvão e em seguida começa a ser plantada a mandioca.

Conforme já citado, este sistema é chamado de roça de toco, o plantio da mandioca é realizado sem limpeza do terreno, aproveitando a derrubada da bracinga e logo em seguida da colheita é feito o

remanejamento de área para outro lugar.

Nas visitas realizadas nas propriedades dos agricultores foram aplicados questionários que abordam as questões sócias e econômicas, além de dor e desconforto, conforme é apresentado na figura 6.

Figura 6 - Aplicação de questionário.



Fonte: o autor.

Assim, especificamente tratando dos aspectos físicos do trabalho dos agricultores, foram investigadas principalmente as questões relativas às queixas musculoesqueléticas associadas ao trabalho com a prática de extração manual de mandioca.

Quanto aos dados sócios demográficos da região onde foi realizada a pesquisa foi realizado um levantamento bibliográfico, segundo Uller (2008) para identificar princípios e conceitos da região e dos agricultores que ali produzem e vivem para construir os requisitos para a nova ferramenta de extração manual de mandioca.

De forma geral, nesta etapa foram levantados dados sobre a região e os agricultores. Estes dados foram coletados a partir de saídas de campo, discussão com especialistas, levantamento bibliográfico e internet.

3.8 ETAPA 2: AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO MANUAL DE RAÍZES

Atualmente a extração é executada manualmente, esta atividade faz com que o agricultor sinta fadiga e desgastes, levando-o a apresentar

dores e adoecimentos.

A carga física se mostrou como a dimensão que obteve o resultado significativo relacionado às queixas musculoesqueléticas.

Os itens relativos a esta dimensão e referentes à percepção de desconforto nas posturas utilizadas durante a atividade foram os que obtiveram maior representatividade no estudo, sendo confirmados, ademais, por meio do relato dos agricultores. O agricultor executa a tarefa de extração manual apoiando os pés no chão como alavanca e pega as ramas com a mão, puxando para cima a fim de extrair as raízes. Durante a extração das raízes foi possível identificar os problemas relacionados às alterações posturais que ocasionam dor e desconforto após a realização da extração manual de mandioca, conforme figura 7.

Figura 7 - Postura realizada pelo agricultor durante a extração manual de mandioca.



Fonte: o autor.

Estas exigências das tarefas causam constrangimentos como:

- Posturas que forcem a inclinação do tronco e a rotação da coluna cervical e lombar;
- Fadiga ao realizar a tarefa, devido à quantidade de tempo,

horas de trabalho, deslocamento e quantidade de mandioca arrancada por dia;

- Lombalgias que poderão evoluir para uma hérnia de disco.

O agricultor faz a extração manual diária de aproximadamente uma tonelada de mandioca, ficando a recuperação para outros dois dias até começar a exercer atividades na cultura da mandioca novamente.

Segundo Abrahão e Torres (2004) uma parte das queixas relatadas refere-se às características da própria atividade, outras correspondem ao modelo de organização do trabalho adotado.

Elas compõem um conjunto de características que faz com que esta atividade continue desgastante, fonte do que muitos chamam de estresse, cansaço, fadiga e até sofrimento no trabalho.

O aumento da cultura da produção de mandioca, a falta de ferramentas adequadas para a extração junto ao risco da atividade pode comprometer a saúde do trabalhador. Atualmente a extração é realizada de forma manual, com o auxílio de enxada apenas para realizar a limpeza do terreno e a cavação para retirada de algumas raízes oriundas de extração incompleta.

Para constatar os problemas relacionados às dores de desconforto desta tarefa foi aplicado o questionário nórdico, que apresentou as regiões do corpo que mais são afetadas pelas dores e desconforto.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 RISCO MUSCULOESQUELÉTICO COM APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO NÓRDICO

Os dados abaixo indicam a frequência de sintomas e afastamentos por região anatômica, seguindo os últimos 12 meses, últimos sete dias e os afastamentos do último ano da atividade com a extração manual de mandioca conforme a tabela 2.

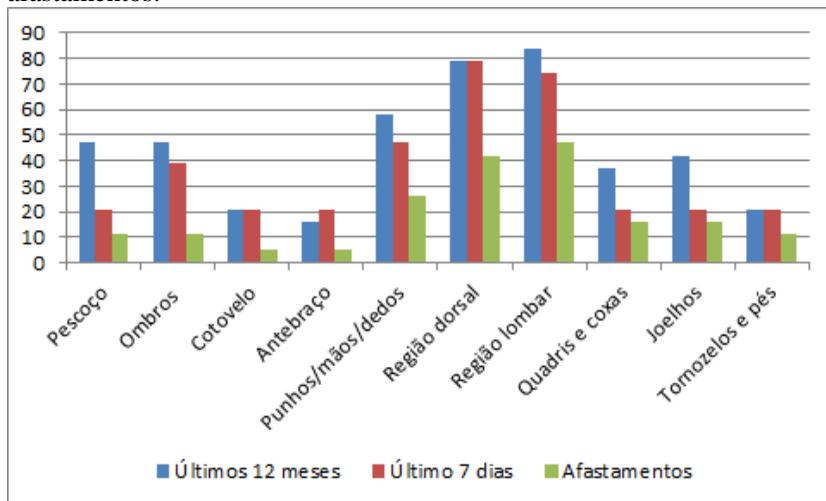
Tabela 2 - Frequências de sintomas e afastamentos por região anatômica.

Região anatômica	Sintomas				Afastamentos	
	Últimos 12 meses		Últimos sete dias		N	%
	N	%	N	%		
Pescoço	9	47	4	21	2	11
Ombros	9	47	7	39	2	11
Cotovelo	4	21	4	21	1	5
Antebraço	3	16	2	21	1	5
Punhos/mãos/dedos	11	58	9	47	5	26
Região dorsal	15	79	15	79	8	42
Região lombar	16	84	14	74	9	47
Quadris e coxas	7	37	4	21	3	16
Joelhos	8	42	2	21	3	16
Tornozelos e pés	4	21	4	21	2	11

Fonte: o autor.

Os dados levantados com a frequência de sintomas e afastamentos por região anatômica estão representados na figura 8.

Figura 8 - Riscos musculoesqueléticos nos últimos 12 meses, 7 meses e afastamentos.



Fonte: o autor.

Os resultados encontrados permitiram associar as queixas com as diversas atividades desenvolvidas durante a jornada de trabalho.

A extração manual faz com que haja maior impacto nas articulações dos membros superiores, o que pode estar associado à presença de queixas na região dorsal, lombar, punhos, mãos e dedos, cotovelos, tornozelos, joelhos e quadris.

A predominância de muitas etapas a serem realizadas em pé também contribui com estes resultados.

Ademais, nestas posições a região das costas também é exigida de forma a ultrapassar, muitas vezes, os limites fisiológicos do corpo. Da mesma forma ocorre com a região dos antebraços e braços, que necessitam suportar o esforço para puxar as ramas para cima.

Todos esses esforços são decorrentes do posicionamento necessário da cabeça para melhor proteção e visão, como também pela utilização dos braços em extensão, o que promove uma grande carga e tensão nos músculos e articulações dos ombros, pescoço e costas.

Este estudo colaborou para o conhecimento do trabalho dos agricultores e avaliação dos sintomas musculoesqueléticos nas regiões anatômicas do corpo dos trabalhadores. É importante para o desenvolvimento de estudos focados na prevenção de doenças e acidentes relacionados ao trabalho.

A fim de verificar a existência de dores e desconforto musculares propostos foi necessário comparar tanto o risco ergonômico da situação de trabalho analisada, antes e após as modificações realizadas, através da utilização da técnica de análise protocolo Rula, quanto o número de visitas às propriedades rurais e afastamentos do trabalho devido a problemas musculoesqueléticos.

4.2 RISCO MUSCULOESQUELÉTICO COM APLICAÇÃO DA TÉCNICA PROTOCOLO RULA

Após observar que as atividades eram exercidas predominantemente com os membros superiores, foi utilizado o protocolo Rula (*Rapid Upper Limb Assessment*), a fim de quantificar e qualificar os riscos posturais da atividade desenvolvida pelos agricultores na extração manual de mandioca.

Criada por McAtamney e Corlett, com a finalidade ser um instrumento de fácil e rápida aplicação, que não necessita da utilização de nenhum equipamento especial. De acordo com McAtamney e Corlett (1993), o protocolo Rula pode ser utilizado de forma fidedigna tanto por especialistas, quanto pelos operadores do posto de trabalho a ser avaliado, depois de fornecido treinamento, sendo por isso escolhida para utilização no presente estudo.

Diante desta premissa, tem como objetivo o de comparar as possíveis dores relatadas com movimentos realizados pelos agricultores e perceber se estão condicionados a má projeção do posto de trabalho.

A análise dos dados foi possível com a aplicação do protocolo Rula (*Rapid Upeer Limb Assessment*) de análise postural, observando se este está com condições ergonomicamente saudáveis de realizar tal atividade.

O protocolo Rula baseia-se em observar e analisar os membros superiores e inferiores. Com isso ele foi dividido em dois grupos: A e B. O primeiro abrange os membros superiores, constituídos pelos braços, antebraços e punhos e no segundo temos pescoço, tronco, pernas e pés.

As posturas são classificadas com base nas angulações entre os membros e o corpo, obtendo-se escores que determinam o nível de ação a ser seguido. Aos movimentos articulares foram atribuídas pontuações progressivas de tal forma que o número 1 (um) representa o movimento ou a postura com menor risco de lesão, ao passo que valores mais altos, máximo de 7 (sete), representam riscos maiores de lesão para o segmento corporal analisado.

Para avaliação com o protocolo Rula foram analisadas fotografias

sequenciais das posturas adotadas durante a realização de cinco tarefas distintas.

Essa ferramenta teve por finalidade identificar as regiões do corpo com maiores incidências de dores e desconfortos sentidos pelas agricultores que realizam a atividade de extração manual de mandioca.

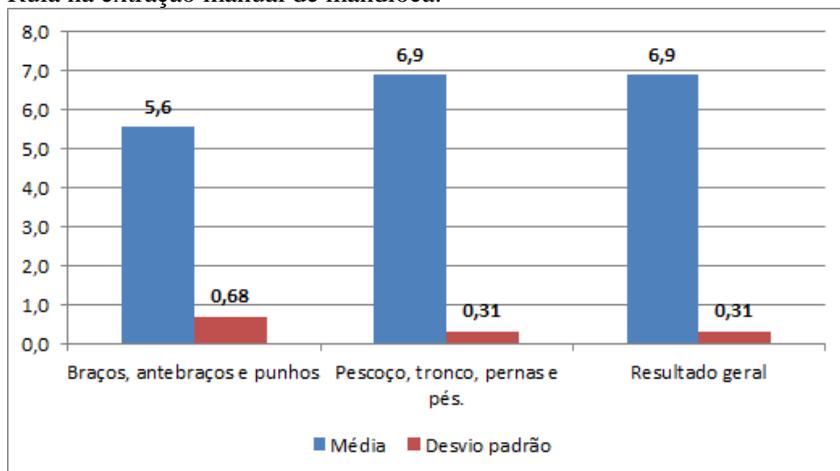
Quadro 2 - Resultados da aplicação do protocolo Rula.

Agricultores	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Total A	5	5	5	6	6	6	4	4	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6
Total B	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6	7	7	7
Total	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Fonte: o autor.

Foram levantados os riscos musculoesqueléticos com a aplicação do protocolo Rula na extração manual da mandioca. Estes estão representados a seguir.

Figura 9 - Riscos musculoesqueléticos com a aplicação do protocolo Rula na extração manual de mandioca.



Fonte: o autor.

Conforme mostrados, os resultados na pontuação geral com a aplicação do protocolo Rula foram de 6 e 7 para as tarefas de extração manual da mandioca.

Quando comparados com a tabela de recomendação já citado na metodologia, onde se encontram os níveis de ações a serem tomadas, percebe-se que na primeira situação encontra-se o valor final 6, o que

classifica a postura no nível 3, exigindo maiores investigações e rápidas alterações na postura analisada que sugere que a postura seja alterada em breve.

O resultado da aplicação do protocolo Rula apresentou de forma geral o valor final 7, o que classifica no nível 4 que necessita ser investigado e mudar imediatamente.

Durante a análise da atividade podem ser observados alguns agricultores que realizaram a extração com a postura mais ereta. Quanto à postura de trabalho adotada pelos agricultores para realização da atividade de extração implica diretamente torções da coluna.

Grandjean e Kroemer (2005) e Iida (2005) afirmam que a manutenção da postura em pé é altamente fatigante, pois exige contrações estáticas de uma série de grupos musculares das pernas, dos quadris, das costas e da região cervical.

Renner (2002) ao analisar as condições fisiológicas relacionadas à fadiga muscular, a produtividade e ao conforto em quatro posturas de trabalho diferente (em pé, alternância de posturas em pé e sentado, sentado em cadeira de palha e sentado em cadeira ergonômica), em trabalhadores de indústrias do setor calçadista, demonstrou que o posicionamento em pé mantido durante toda a jornada de trabalho apresentou os piores resultados em todas as variáveis consideradas no estudo.

4.3 PROBLEMAS DE POSTURAS NA EXTRAÇÃO MANUAL DE MANDIOCA

Foi realizada uma adaptação do protocolo Rula de classificação postural, que atendesse ao repertório das posturas típicas do trabalho na agricultura e na extração manual de mandioca.

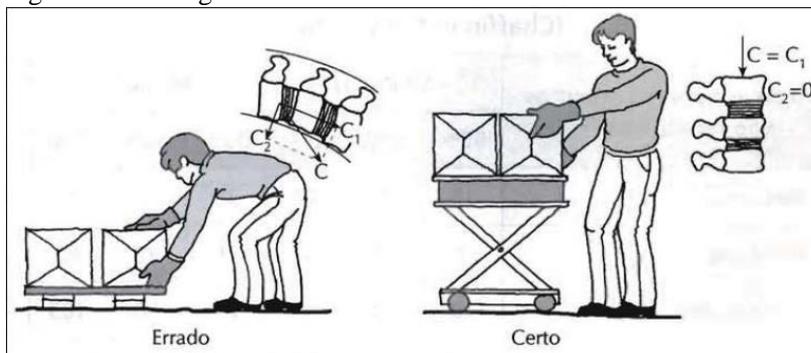
As posturas foram codificadas com a orientação dos segmentos do corpo (troncos pernas e braços). Três posturas para o tronco (neutro, flexão moderada e flexão severa), três para os braços (dois braços para cima, dois braços para baixo, um braço para baixo) e Cinco para as pernas (neutra, flexionada, ajoelhado, agachado e sentado)

Segundo Iida (2005) ao levantar um peso com as mãos o esforço é transferido para a coluna vertebral, descendo pela bacia e pernas até chegar ao piso.

A coluna vertebral é composta de vários discos superpostos, sendo capaz de suportar uma grande força no sentido axial (vertical), mas é exatamente frágil para as forças que atuam perpendicularmente ao seu eixo (cisalhamento).

Portanto, na medida do possível, a força sobre a coluna vertebral deve ser aplicada no sentido vertical. Conforme a representação da figura 22 o trabalhador na posição ereta recebe carga no sentido axial, já na posição inclinada ele sofre dupla carga: uma na direção axial e outra na perpendicular, segundo Iida (2005) isto produz efeito cortante e extremamente prejudicial a coluna.

Figura 10 - A carga da coluna deve incidir sobre o eixo vertical.



Fonte: Com base no Iida (2005), Projeto e Produção, p. 179.

A extração manual das raízes do solo, conforme a figura 11 apresenta os seguintes fatores de risco biomecânicos para o desenvolvimento de distúrbios lombares: adoção de posturas inadequadas e realização de atividades que exigem elevado grau de força.

Figura 11 – Extração manual de mandioca.



Fonte: o autor.

Segundo Iida (2005), a flexão do tronco permite um ângulo de inclinação de 70°, com rotação de tronco com 35°.

Os dados já levantados pelo questionário nórdico apresentam nos últimos 12 meses os punhos/mãos e dedos com 58%, região dorsal 79% e região lombar com 84%.

A flexão (frontal ou lateral) e a rotação do tronco em ângulos extremos são consideradas posturas inadequadas.

A flexão lombar pode gerar forças compressivas capazes de fraturar as placas vertebrais, estas fraturas perturbam a nutrição e o metabolismo do disco intervertebral e resultam na degeneração do disco (MARRAS et al., 1999, MARRAS, 2000).

A rotação da coluna lombar, por sua vez, gera forças de rotação e cisalhamento, as quais podem romper as fibras anulares, devido à obliquidade destas (JENSEN, 1980).

Assim, ambas as posturas podem ocasionar protrusão discal, hérnia discal e instabilidade vertebral. De acordo com Bernard (1997), existem fortes evidências epidemiológicas de associação entre a adoção de posturas inadequadas e o desenvolvimento de distúrbios lombares.

Quanto às atividades que exigem elevado grau de força, Bernard (1997) afirma que atividades cujo objetivo é a movimentação de objetos, seja levantando, abaixando, puxando ou empurrando, podem ser classificadas deste modo.

De acordo com Marras et al. (1999), Marras (2000) e Waddell e Burton (2001), existem evidências epidemiológicas de associação entre o risco de desenvolvimento de distúrbios lombares e a realização de atividades que exijam elevado grau de força, sendo que a combinação deste fator com a adoção de posturas inadequadas (flexão e rotação do tronco) em uma única atividade aumenta drasticamente este risco.

Além de riscos para o desenvolvimento de distúrbios lombares, a extração manual das raízes apresenta os seguintes fatores de risco para o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos na região do punho: realização de força; adoção de posturas inadequadas.

A repetitividade, segundo Bernard (1997), encontrou fortes evidências epidemiológicas de associação entre a presença destes fatores de risco de forma combinada e o desenvolvimento tanto de tendinites na região do punho quanto da síndrome do túnel do carpo.

De acordo com Barr, Barbe e Clark (2004), a realização de movimentos de forma repetitiva e/ou que exijam força pode lesionar os tecidos musculoesqueléticos e os nervos periféricos da mão e do punho.

Esta lesão tecidual inicial é usualmente localizada e discreta e

origina respostas inflamatórias agudas localizadas.

Embora o processo inflamatório possa resultar no reparo completo do tecido lesionado, a formação de tecido cicatricial pode acompanhar o processo de reparo.

A exposição continuada aos fatores de risco iniciais pode levar a um processo de inflamação crônica e, então, para um processo fibrótico crônico.

As mudanças fibróticas dos tecidos podem subsequentemente aumentar a suscetibilidade destes tecidos a novas lesões, caso estes continuem sendo expostos aos fatores de risco, mesmo que em menor nível.

De acordo com os autores citados, a extração manual apresenta problemas de riscos músculoesqueléticos sérios aos trabalhadores.

Para complementar a pesquisa foi apresentado aos agricultores uma ferramenta manual para realizar a extração da mandioca.

4.4 ETAPA 3: AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO MANUAL DE RAÍZES COM O AUXÍLIO DE UMA FERRAMENTA INICIAL

Em visita técnica a municípios do interior do Estado de Santa Catarina para conhecer os estudos de pesquisa que a Epagri vem desenvolvendo com a cultura da mandioca, verificou-se a dificuldade de realizar a colheita manual de mandioca. O extensionista da Epagri apresentou uma ferramenta para a extração manual de mandioca.

Esta ferramenta foi desenvolvida por um metalúrgico que atende agricultores no Estado de Santa Catarina para realizar a extração manual de mandioca. O extensionista foi até ele, comprou uma e trouxe para a Universidade a fim de realizar aprimoramentos em melhorias ergonômicas para minimizar os esforços físicos na extração de raízes de mandioca.

Após receber a ferramenta foram feitos vários contatos com o metalúrgico para verificar se havia registro de patentes, não houve atendimento.

Diante destes acontecimentos o extensionista indicou a equipe da Epagri que estava realizando pesquisa na região de Biguaçu, especificamente na comunidade de três Riachos, porque avaliou interessante realizar a aplicação da ferramenta naquela região, por se tratar de áreas montanhosas e de difícil acesso.

Os pesquisadores apresentaram a ferramenta manual de extração de mandioca para ser observada e testada pelos agricultores. Cabe ressaltar que, os agricultores no momento inicial das atividades com a

extração se identificaram com a ferramenta conforme a figura 12.

Figura 12 - Agricultores conhecendo a ferramenta manual para extração de mandioca.



Fonte: o autor.

As possibilidades e dificuldades com relação a atividade de extração manual de mandioca foram observadas pelos pesquisadores do NGD – Núcleo de Gestão de Design & Laboratório de Design e Usabilidade e pelos agricultores, como por exemplo peso, adaptação da alavanca, incrementação com mola, dentes pontiagudos, melhorias de desempenho e sustentação da rama, bem como comentários dos agricultores. E uma das falas dos agricultores foi a seguinte:

“[...] Estes dentes também deveriam ter na haste do arrancador. Os dentes já existentes deveriam ser mais pontudos para que vincasse na rama, talvez outro processo fosse um arrancador que abraçasse a rama, assim ela sairia facilmente. O arrancador poderia ser um pouco mais leve, o arrancador poderia ter um sistema de alavanca, para que os agricultores não sentissem tantas dores físicas [...]”.

Em geral os agricultores acharam o arrancador um facilitador para as tarefas, mesmo este sendo pesado, seriam melhor para realizar as atividades.

Para ter a permanência do homem no campo precisa mostrar a ele

ferramentas que o ajudem a executar os serviços com menos esforço para que tenham boa saúde.

Diante de 22% das famílias que sobrevivem somente com a renda agrícola, ainda é preciso apresentar para esta população de agricultores ferramentas para aumentar a renda.

4.4.1 Detalhes do extrator manual de mandioca

Detalhamento do extrator manual de mandioca, sendo utilizado para realizar a extração e observações sobre a utilização e problemas apresentados.

A ferramenta para extração manual de mandioca, desenvolvida pelo metalúrgico de Joinville e apresentada para a Universidade com o objetivo de ser aplicada junto aos agricultores para identificar os requisitos necessários ao desenvolvimento de uma ferramenta adequada na realização da extração manual de raízes.

A seguir a figura 13 mostra uma apresentação geral da ferramenta e dos componentes para serem avaliados.

Figura 13 - Detalhamento do extrator manual de mandioca.



Fonte: Neubert, 20134.

⁴ Ilustração criada pelo extensionista Enilto de Oliveira Neubert (não publicada).

O extrator apresenta em forma de alavanca com uma pega, o engate e o enterro da ponta. Nestes componentes da ferramenta o engate apresenta ângulo de abertura e dentes serrilhados, conforme mostra a figura 14.

Figura 14 – Extrator manual e detalhamento do engate.



Fonte: o autor.

4.4.2 Especificações técnicas do extrator

Ele é constituído de aço carbono 1020 e pesa 3,820kg, com o comprimento de 1,73 m apresenta 27 mm de diâmetro na base.

No extrator de mandioca proposto pela pesquisa notam-se diversos pontos de melhoria comparados ao modelo atual do extrator. A pega ou empunhadura da ferramenta é uma delas.

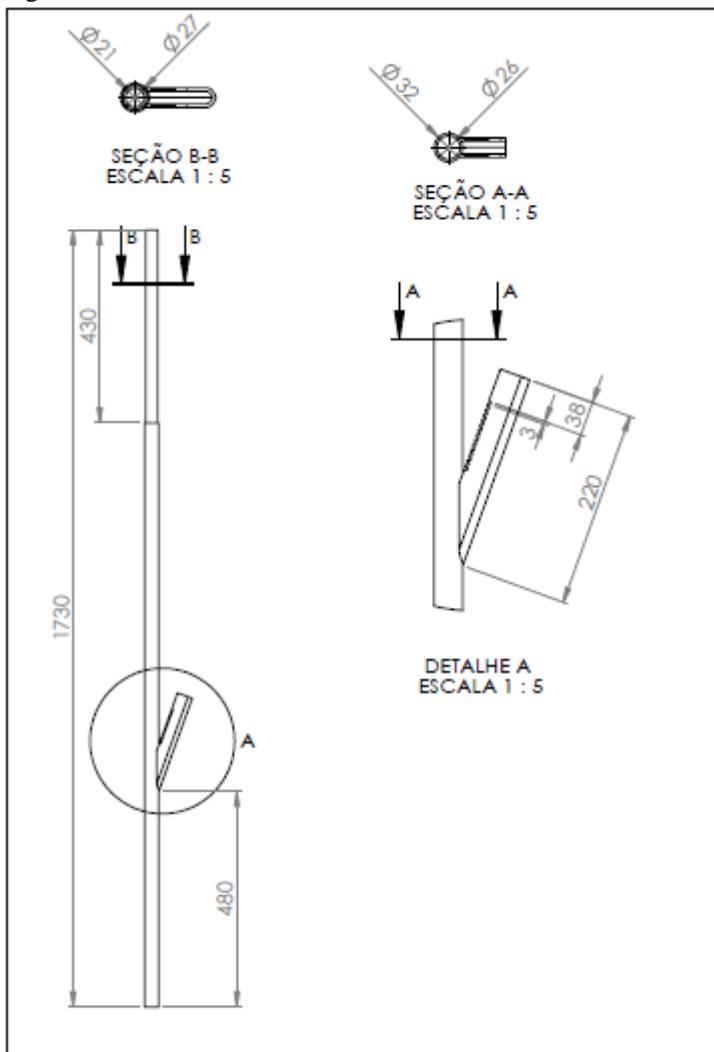
Dada a ausência de alguma proteção recobrimdo o metal pode machucar as mãos. Correspondente ao cabo relaciona-se com a ocorrência de dores nas costas, além de membros superiores e inferiores, pois, devido a sua extensão, assim como a forma de uso da própria ferramenta, obriga o usuário a manter uma postura inadequada.

O engate que tem a função de encaixe na rama da mandioca

executa a tarefa de maneira pouco eficaz, podendo não realizar a extração completa das raízes.

A ponta do extrator que visa firmar a ferramenta ao solo tende a enterrar-se, diminuindo a eficiência da ferramenta.

Figura 15 - Desenho técnico.



Fonte: o autor.

O extrator apresenta o modelo em forma de uma haste reta que não permite a curvatura do corpo para executar a operação de extração das raízes.

O engate tem pequeno ângulo de abertura e apresentam os dentes serrilhados somente do lado externo da haste, isto dificulta o engate da rama de mandioca.

A vantagem mecânica está na relação entre os braços da alavanca. O braço de ação é de 90 cm e o braço de resistência é de 30 cm.

Algumas alavancas multiplicam a distância em que as forças atuam. A força de ação se desloca de 1 cm, enquanto a de resistência se desloca de 3 cm. A vantagem mecânica dessa alavanca é de 1/3.

A força de ação é 3 vezes a força de resistência. Essa alavanca aumenta a distância movida, não a força. Nenhuma alavanca pode aumentar tanto a força de ação quanto a distância movida ao mesmo tempo. Com os conceitos bem definidos do funcionamento de alavancas é feita a análise da primeira ferramenta. Apurando os dados, entende-se que a vantagem mecânica da ferramenta é de aproximadamente 1,88, ou seja, a força aplicada ao braço potente é transferida 1,88 vezes ao braço resistente.

Assumindo que a melhor proposta seria essa, pensou-se na possibilidade de que a área de ataque tivesse uma curvatura, potencializando, assim, a força aplicada sem que a postura do agricultor seja afetada, porém percebeu-se que seria muito mais vantajoso que a ferramenta tivesse o formato de um pé de cabra em escala maximizada.

Uma das grandes dificuldades encontradas na extração manual de mandioca com o uso de alavancas é a resistência do solo.

As características de solo requisitado para o cultivo de mandioca são:

- Áreas de topografia plana;
- Solo bem desenvolvido com boa profundidade;
- Pouca compactação do solo, variando a franco arenoso à argiloso;

Levando em consideração esses empecilhos, deve-se considerar o apoio da alavanca, uma vez que haveria dificuldades em utilizar o solo como apoio. Entretanto, a ferramenta não apresenta resistência suficiente para desempenhar tal tarefa.

Essas considerações, somadas a questões cognitivas, permitem o desenvolvimento de ferramentas mais seguras (GARCÍA-CÁRCERES, et al., 2012).

Os resultados levantados indicam a necessidade de se eliminar principalmente as posturas que causam constrangimento postural na extração de mandioca.

No que se refere ao uso da força física, há a necessidade de se analisar mais as questões relacionadas à biomecânica, como a repetitividade do movimento, o transporte das ferramentas e dos produtos, e ainda aspectos ambientais e questões organizacionais, como a duração da jornada de trabalho e o acesso às plantações.

4.4.3 Posturas com o extrator manual de mandioca

Em um segundo momento da coleta de dados, para realizar a pesquisa com os agricultores, foi necessária algumas extrações com o extrator manual de mandioca. Após estas observações foram colocados ponto de isopor nas principais articulações do corpo para ficar visível no momento de realizar a aplicação dos ângulos.

A extração manual exige muito esforço por parte dos agricultores e a ferramenta é pesada, portanto a força está distribuída no solo e engate, conforme a figura 16.

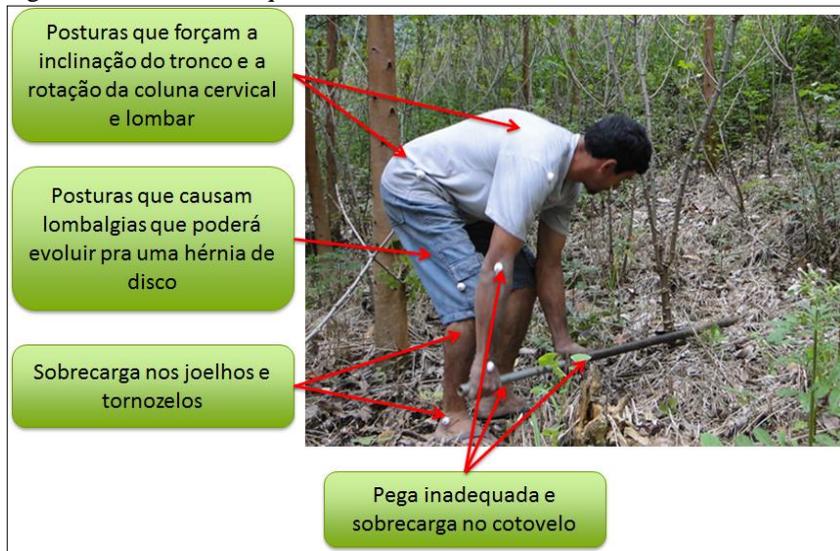
Figura 16 – Extração manual de mandioca utilizando uma alavanca.



Fonte; o autor.

Para realizar a extração do ponto de vista da biomecânica foram levantados alguns problemas que causam desconforto nos agricultores para realizar a extração com o extrator manual, conforme a figura 17.

Figura 17 - Problemas que causam dor e desconforto.



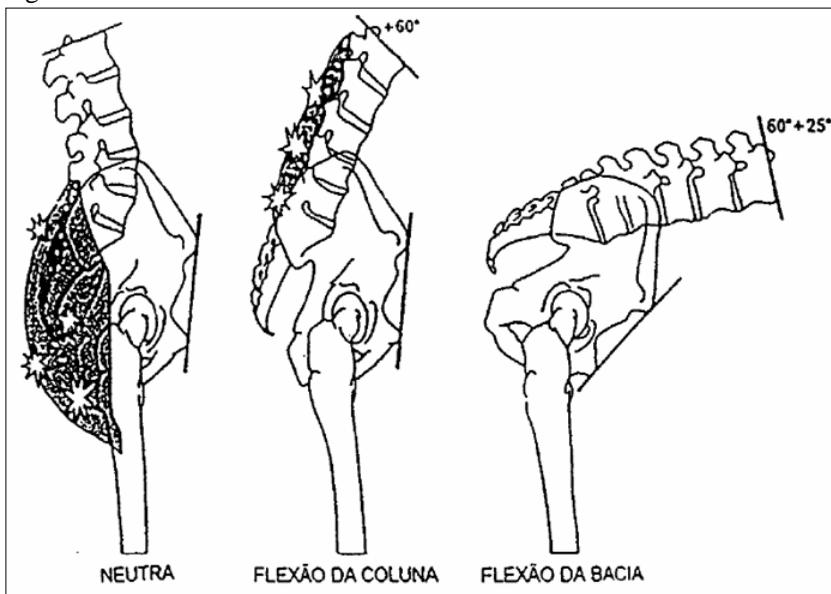
Fonte: o autor.

Segundo Moro (2000), o trabalho na postura de pé tem as seguintes consequências:

- Estase venosa dos membros inferiores;
- Dilatação das veias das pernas;
- Inflamação dos tecidos da barriga da perna e pés;
- Fadiga muscular geral;
- Degenerescência crônica das articulações;

Do ponto de vista biomecânico, a pressão intra discal na postura de pé aumenta a inclinação do tronco para frente, com a adoção de posturas assimétricas e com manipulação de uma carga externa, o que está associado aos problemas disciais da região lombar, conforme figura 18.

Figura 18 - Flexão do tronco à frente.



Fonte: Com base de White e Panjabi (1978).

O agricultor executa a tarefa de extração com o extrator manual apoiando os pés no chão como alavanca e pega a ferramenta utilizando ambas as mãos, abaixando a coluna para poder engatar a rama na ferramenta e após isto executar o esforço físico, puxando para cima para extrair as raízes do solo.

É possível identificar os problemas relacionados às alterações posturais que pode ocasionar dor e desconforto.

A posição para de pé é altamente fatigante devido ao trabalho estático da musculatura para manter esta posição. Segundo Rasch (1989), o coração encontra maiores resistências para bombear sangue para os extremos do corpo.

O trabalho dinâmico de pé ou de poucos movimentos é menos fatigante. Essa posição torna difícil o uso dos pés para realização de tarefas, necessitando de apoio para mãos e braços para manter a postura, além da dificuldade de manter um ponto de referência.

As forças e as exigências físicas devem ser adaptadas às capacidades do usuário e às condições reais onde trabalhar.

Segundo Iida (2005), no caso de uma alavanca a força deve ser mediada na posição exata em que estiver situada a postura corporal

exigida e com o tipo de deslocamento que será realizado.

Conforme o levantamento de riscos musculoesqueléticos, foi levantado que 58% das atividades com a extração manual para punhos, mãos e dedos.

A resistência dessa alavanca quanto ao movimento deve estar dentro de uma faixa onde um agricultor mais fraco também consiga realizar. As atividades sem acometer acidentes, obedecendo as seguintes posturas.

Por sua vez, a extração das raízes com o uso da ferramenta apresenta os mesmos fatores de risco que a extração manual, tanto para a região lombar quanto para a região das mãos e dos punhos, contudo estes se apresentam em menor grau, principalmente no quesito força.

A utilização da alavanca facilita na distribuição das forças entre os braços.

A capacidade de carga máxima varia consideravelmente, conforme se usem as musculaturas das pernas, braços ou dorso.

As mulheres possuem aproximadamente metade da força dos homens para o levantamento de pesos:

Segundo Iida (2005), a musculatura humana tem um bom desempenho contínuo quando é contraído 15% da capacidade máxima, acima disso o trabalho deve ser seguido de uma pausa para recuperação.

Quadro 3 - Força máxima das pernas, braços e costas.

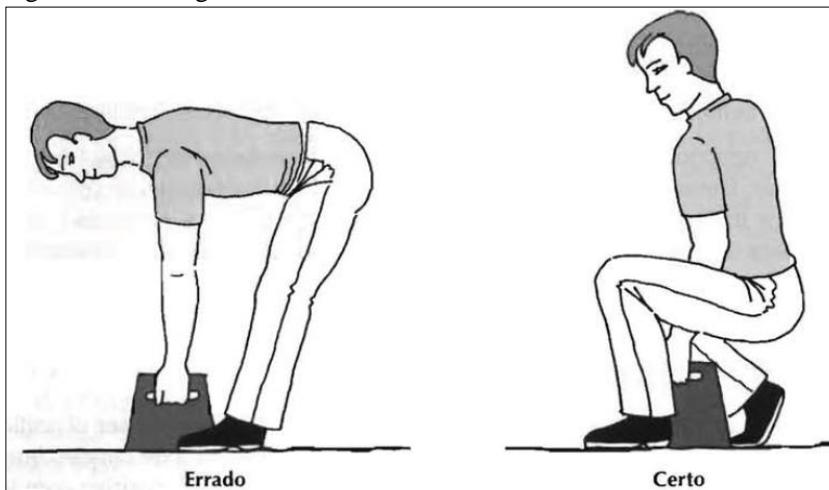
Forças (Kgf) para movimentos repetitivos	MULHERES			HOMENS		
	95%	50%	5%	95%	50%	5%
Forças das pernas	15	39	78	39	95	150
Forças dos braços	7	20	36	20	38	60
Forças do dorso	10	24	58	21	50	105

Fonte: Iida (2005).

A musculatura das costas é a que mais sofre com o levantamento de pesos. Devido à estrutura da coluna vertebral, composta de discos superpostos, ela tem pouca resistência a forças que não tenham a direção de seu eixo.

Portanto, na medida do possível, a carga sobre a coluna vertebral deve ser feita no sentido vertical, evitando-se as cargas com as costas curvadas, conforme figura 19.

Figura 19 - A carga da coluna deve incidir sobre o eixo vertical.



Fonte: Com base no Iida (2005), Projeto e Produção na p. 180.

Estas exigências das tarefas com a ferramenta causam constrangimentos como:

Posturas que forcem a inclinação do tronco e a rotação da coluna cervical e lombar;

A Fadiga ao realizar a tarefa devido a quantidade de tempo para realizar a extração, total de horas de trabalho, os deslocamentos com a aplicação da força física e a quantidade de mandioca arrancada por dia;

E apresenta lombalgias que poderá evoluir para uma hérnia de disco.

Já o uso da ferramenta inicial no presente trabalho resulta na manutenção de uma postura neutra da coluna lombar.

Como visto, a ferramenta inicial exige a realização de flexão da coluna lombar, cervical e grande exigência dos membros superiores.

4.4.4 Organização e análise de dados

Para organizar os dados coletados da etapa anterior foi necessário criar tabelas e cabe ressaltar que o levantamento bibliográfico serviu de suporte durante todo o desenvolvimento desta etapa, contribuindo em todas as análises dos dados coletados e extratificados.

Foram coletados dados da comunidade de Biguaçu que informam o número total de famílias nas comunidades com renda agrícola.

Tabela 3 - Número total de famílias nas comunidades e de famílias com renda agrícola.

Comunidade	Total de famílias analisadas	Total de famílias com renda agrícola	% de famílias com renda agrícola
Fazendas	115	48	42%
São Mateus	127	52	41%
São Marcos	101	28	28%
Canudos	59	29	49%
Total	402	157	39%

Fonte: Pesquisa nos Cadastros do Programa de Saúde da Família das Unidades de Saúde de Limeira e de Fazenda de Dentro (Biguaçu/SC), 2012.

Aproximadamente 22% são famílias em que a atividade agrícola é a única fonte de renda, sendo que nessas famílias existem, por vezes, membros aposentados ou estudantes.

Em 45% das famílias ocorre a conjugação de atividades agrícolas e não agrícolas. Para o total de 402 famílias nas comunidades estudadas, a conjugação de atividades agrícolas e não agrícolas acontece da seguinte forma:

- 7% são famílias em que os pais são agricultores e os filhos têm outra profissão;
- 8% são famílias em que um dos membros é “trabalhador rural” (trabalha em atividades agrícolas em terras alheias) enquanto outros membros exercem outras profissões. Em algumas dessas famílias existe a produção para autoconsumo;
- 10% são famílias em que um mesmo membro exerce atividades agrícolas e não agrícolas, ou um dos cônjuges exerce atividade agrícola e o outro, não agrícola. Ou seja, a atividade não agrícola está presente entre os cônjuges sem o abandono da atividade agrícola;
- 20% são famílias que têm apenas renda não agrícola, mas mantém atividade agrícola para consumo da família.

Destacam-se ainda 33% das famílias morando em lotes sem vínculo com atividade agrícola.

Tabela 4 - Percentual por idade dos dirigentes dos estabelecimentos rurais abrangidos no estudo

GRUPOS DE IDADE	PERCENTAGEM NO TOTAL
Menos de 25 anos	3,5%
De 25 a menos de 35 anos	19,5%
De 35 a menos de 45 anos	19,4%
De 45 a menos de 55 anos	20,7%
De 55 a menos de 60 anos	10,1%
A partir de 60 anos	26,8%

Fonte: Pesquisa nos Cadastros do Programa de Saúde da Família das Unidades de Saúde de Limeira e de Fazenda de Dentro (Biguaçu/SC), 2012.

Foram coletadas a média de idade dos homens, mulheres e média total.

Tabela 5 – Média de idade dos homens, mulheres e idade total das comunidades.

COMUNIDADES	MÉDIA DE IDADE DOS HOMENS	MÉDIA DE IDADE DAS MULHERES	MÉDIA DE IDADE TOTAL
São Marcos	48,5	43,6	46,1
Canudos	50,3	48,2	49,2
São Mateus	51,3	49,7	50,5
Fazenda de Dentro	49,4	47,4	48,4
Fazenda de Fora	48,9	46,2	47,5
Fazendinha	51,9	47,4	49,7

Fonte: Pesquisa nos Cadastros do Programa de Saúde da Família das Unidades de Saúde de Limeira e de Fazenda de Dentro (Biguaçu/SC), 2012.

Estes dados apontam aproximadamente 30% dos produtores de aipim que também produzem carvão vegetal para equilibrar a renda financeira.

Com o levantamento dos dados, chegou ao perfil dos agricultores que trabalham com a extração manual de mandioca, conforme figura 20.

4.4.5 Perfil do agricultor da roça de toco

Figura 20 - Perfil do agricultor.



Fonte: o autor.

Através dos requisitos levantados de acordo com o perfil do agricultor, foi gerada uma lista dos requisitos e, segundo Rozenfeld et al. (2010), a obtenção dos requisitos de produto a partir dos usuários, fornece o primeiro direcionamento físico sobre o produto que será projetado.

4.4.6 Apresentação dos requisitos

As informações coletadas dos usuários que serviram como informações de base para a definição dos requisitos foram:

- Não modificar a forma de plantio: a Roça de Toco é caracterizada pelo plantio em terrenos planos e íngremes, não havendo possibilidade de modificar o plantio, a ferramenta deverá se adaptar a ambos os tipos de terrenos;
- Não causar dor nas costas: a maneira atual de extração manual de mandioca causa dores nas costas devido à postura adotada, dessa forma a ferramenta deverá possibilitar uma postura mais ereta;
- Não afetar membros superiores e inferiores: utilizar ângulos que favoreçam a biomecânica do movimento dos membros superiores e inferiores;
- Não provocar acidentes: o acabamento superficial da

ferramenta não deverá oferecer riscos aos usuários;

- Não machucar as mãos: para evitar danos às mãos a pega deve ser projetada especificamente para a tarefa a ser exercida;
- Engate eficaz na rama de mandioca: utilizar mecanismo de fácil engate, soltura e que ofereça preensão para extração da rama;
- Realizar a extração por completo: quando as raízes não forem extraídas por completo, é necessária a utilização de uma enxada, dessa forma o extrator deverá propiciar esta tarefa;
- Baixo custo: para viabilização da aquisição da ferramenta pelos agricultores, deve-se projetar uma ferramenta de baixo custo, dessa forma foi especificado o aço carbono que além de apresentar essa característica possui a resistência necessária para realizar a extração;
- Fácil transporte: devido a localização das plantações em locais de difícil acesso e aos agricultores terem que se deslocar entre as ramas com a ferramenta, esta deve ser projetada para ser compacta e leve.

A seleção dos requisitos apropriados para realização de atividades específicas devem levar em consideração as características da população que irá utilizar a ferramenta.

De posse dos requisitos para construir o extrator manual de mandioca, foram definidos os conceitos globais do projeto, sendo geradas as alternativas para a escolha de uma proposta.

Ao final desta etapa foi possível reunir, organizar e selecionar as informações mais relevantes a etapa de criação.

Para tanto se utilizou de listas, painéis e quadros, que possibilitaram um acesso ágil a estas informações.

Ao final desta etapa foi possível reunir, organizar e selecionar as informações mais relevantes à etapa de criação para o projeto da ferramenta projetada, conforme a figura 21.

Figura 21 – Mapa dos requisitos do extrator.



Fonte: Giselle (2013)⁵.

4.5 ETAPA 4: PROJETO ERGONÔMICO DE FERRAMENTAS

Na etapa de criação foram definidos os conceitos que deverão atender os critérios para a definição de alternativas:

4.5.1 Definição de conceitos

A etapa de geração de conceitos terá suporte de ferramentas que auxiliam no surgimento de novos conceitos de produtos. Finalmente, o melhor conceito é selecionado na etapa de seleção de conceito.

É na etapa de geração de conceitos que, segundo Baxter (2011), deve-se liberar a mente para se chegar a conceitos originais. A seleção dos conceitos envolve o uso da criatividade, combinando diferentes conceitos e mesclando os aspectos positivos destes.

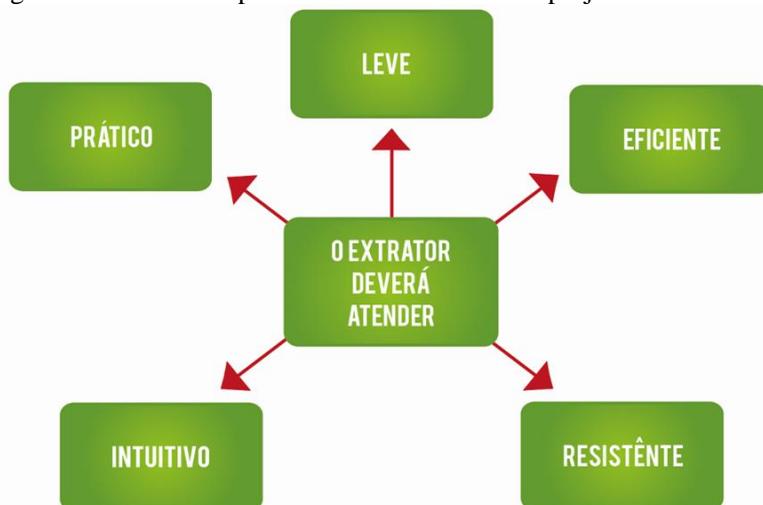
Sendo assim, obteve-se o auxílio de métodos que ajudam a gerar

⁵ Ilustração desenvolvida pela Doutoranda Giselle Merino (não publicada).

conceitos. Neste projeto foram à análise da tarefa, executado pelo agricultor na extração manual de mandioca, e a análise das funções com a utilização da ferramenta manual.

Para auxiliar na análise das funções do produto, ainda utilizaram-se as analogias funcionais. Para Baxter (2011), analogia é uma forma de raciocínio em que as propriedades de um objeto são transferidas para outro objeto diferente, mas com certas propriedades em comum. Elas sugerem a exploração de novas funções, novas configurações e novas aplicações de um produto. Após a análise das atividades desenvolvidas na extração de raízes, algumas ideias de conceitos surgiram com o objetivo de solucionar os problemas encontrados nas observações realizadas conforme a figura 22.

Figura 22 - Conceitos para o desenvolvimento do projeto.



Fonte: o autor.

4.5.2 Geração de ideias

Após a análise da tarefa do agricultor, algumas ideias de conceitos surgiram com o objetivo de solucionar os problemas encontrados nas observações realizadas. Para melhor entendimento foi feito o levantamento bibliográfico que auxiliou na compreensão da atividade e dos reflexos na saúde dos trabalhadores.

O levantamento in loco foi utilizado para compreender a atividade real, levantar o perfil dos agricultores e levantar os problemas e informações

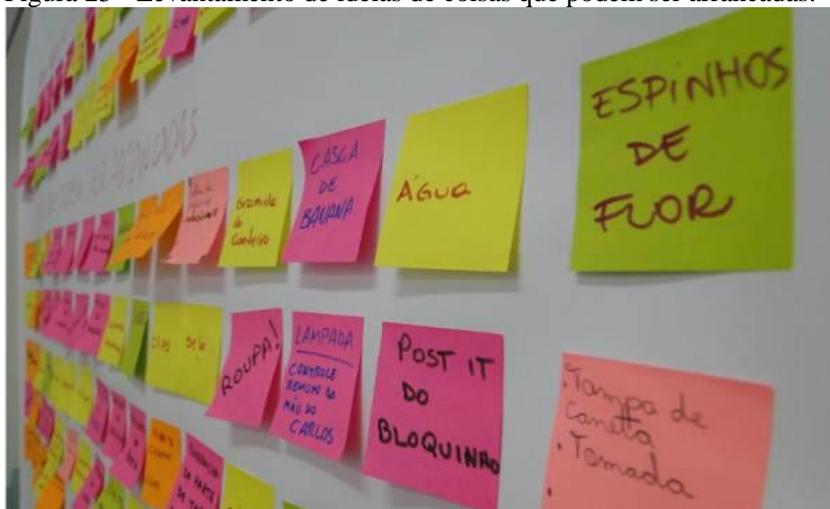
dos usuários. Assim, para sintetizar e transformar as informações obtidas destas investigações em requisitos de projeto foi realizado um *Brainstorming* com o grupo do Núcleo de Gestão de Design & Laboratório de Design e Usabilidade NGD⁶.

Essa técnica é utilizada para que as pessoas expressem as próprias ideias para o grupo, nesse caso, sobre as possíveis soluções de um extrator manual de mandioca.

A primeira etapa consistiu no levantamento de ideias hipotéticas, sem compromisso com a aplicabilidade prática. Dessa forma, foi proposto para iniciar o processo criativo, que os participantes sugerissem formas de se retirar um tênis sem a utilização das mãos.

A segunda etapa consistiu em se expressar ideias de coisas que podem ser arrancadas.

Figura 23 - Levantamento de ideias de coisas que podem ser arrancadas.



Fonte: o autor.

Na terceira etapa foram sugeridas formas de se extrair a mandioca

⁶ Daniel Theiss Ristow (bolsista de iniciação científica), Monielli Matias (bolsista de extensão), Douglas da Silva (bolsista de iniciação científica), Angelina Hemckmeier do Nascimento (bolsista de iniciação científica), Michela Cristiane França Goulart (mestranda do Posdesign), Silvia Marcia Fiori Sala (mestranda do PPGEP), Lucas José Garcia (Doutorando do Posdesign) e o Coordenador Eugenio Merino (Doutor em Engenharia da Produção).

do solo, as ideias foram esboçadas para dar subsídio à etapa seguinte.

Nesta etapa foi mostrado um pé de mandioca e como ele fica enterrado no solo e os tipos de solo que seriam o arenoso e o argiloso.

Também as características para realizar a extração das raízes do solo e o tipo de esforço físico aplicado para puxar para cima as raízes enterradas.

Figura 24 - Levantamento de ideias para a extração de mandioca.



Fonte: o autor.

Na quarta etapa os participantes receberam as informações levantadas dos usuários agricultores e em seguida os esboços foram dispostos em um painel para seleção das melhores ideias.

Figura 25 - Painel final do *brainstorming*.



Fonte: o autor.

Por fim, na quinta etapa, foi realizada uma discussão a partir da qual foram definidos os requisitos de projeto.

Todos os projetos foram colocados no quadro e a seguir foi discutida a lista de conceitos definidos para entender a situação que melhor atende a extração de raízes.

Figura 26 - Refinamento e seleção das ideias.



Fonte: o autor.

Através do *brainstorming* foi possível selecionar os desenhos que atendem aos requisitos levantados na pesquisa de campo.

Após a análise da tarefa, algumas ideias de conceitos surgiram com o objetivo de solucionar os problemas encontrados nas observações realizadas.

4.5.3 Desenvolvimento de alternativas

A criação de desenhos alternativos é para complementar a criatividade de chegar ao conceito de uma ferramenta final.

O processo de geração de esboços mostrou-se muito útil, visto que o mesmo possibilitou avaliar melhor qual seria a melhor solução, obedecendo aos critérios para a definição de alternativas.

- Não modificar formas de plantio;
- Postura ereta;
- Não afetar membros superiores e inferiores;
- Fácil transporte;
- Baixo custo;

Figura 27 - Desenvolvimento de alternativas.



Fonte: o autor.

No desenvolvimento de alternativas foram levados em consideração os conceitos já definidos quanto a extração manual de mandioca e os problemas de postura já levantados pelo questionário de dor e desconforto.

A proposta de apresentar uma ferramenta que venha atender em partes da Ergonomia física e amenizar o esforço para reparar a saúde e melhorar a produtividade.

As alternativas escolhidas foram apresentadas tais como ter engate eficiente, pegas adequadas e ter uma curvatura na alavanca para manter o usuário em postura ereta.

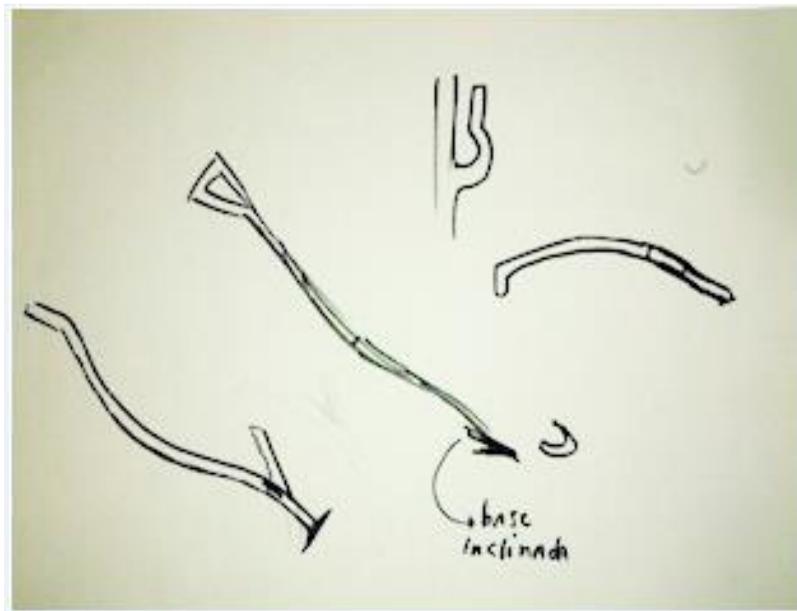
4.5.4 Descrição da proposta selecionada

Os resultados levantados indicam a necessidade de se eliminar principalmente as posturas que causam constrangimento postural na extração de mandioca.

O processo de escolha da melhor proposta foi atendido, levando em consideração as condições que o agricultor trabalha, como solo inclinado, áreas com vegetação densa e também quanto ao peso para facilitar o transporte. Quanto a postura, esta deverá ficar o máximo possível ereta.

Para atender a estes requisitos foi proposto realizar uma curvatura na ferramenta para manter a postura mais ereta e a ferramenta mais próxima do usuário.

Figura 28 - Desenvolvimento de alternativas.



Fonte: o autor.

Outro fator importante na extração manual de mandioca é que a ferramenta tem que ter uma boa pega em contato com rama e ter apoio para o solo, evitando o afundamento da ponta, perdendo força de ação e dificultando a puxada das raízes.

Um dos meios para se adequar um projeto de design ao usuário a que esse se destina é através do uso de dados antropométricos referentes à população usuária.

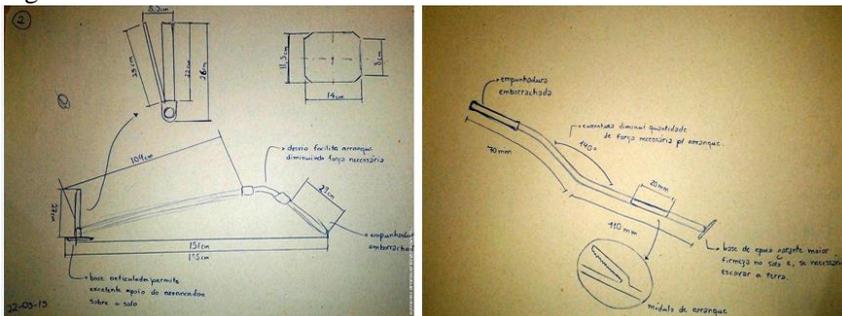
4.5.5 Refinamento e apresentação das propostas desenvolvidas

No que se refere ao uso da força física, foram analisadas as questões relacionadas a biomecânica, como a repetitividade do movimento, o transporte das ferramentas e ainda aspectos ambientais e questões organizacionais, como duração da jornada de trabalho e acesso às plantações.

- A curvatura da alavanca facilita a extração, diminuindo força necessária de aplicação e empunhadura mais perto do agricultor, facilitando a postura ereta;
- O engate tem que ter o serrilhado dos dois lados para

facilitar o ataque na planta e prender a rama do menor ao maior diâmetro, que compreende de 0,5 cm a 2,5 cm.

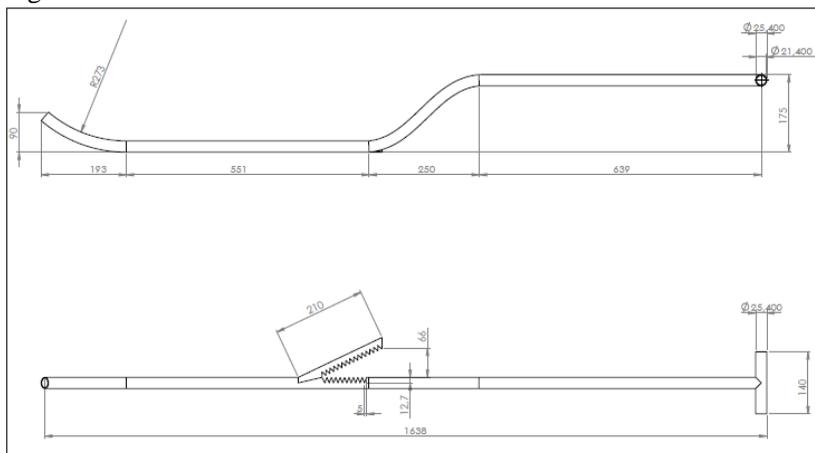
Figura 29 - Desenhos finais.



Fonte: o autor.

A alternativa selecionada integra os conceitos gerados e definidos de acordo com as necessidades do agricultor que trabalha com a extração manual de mandioca.

Figura 30 - Desenho técnico.



Fonte: o autor.

Inicialmente foi construído um modelo volumétrico para a realização de testes antropométricos.

Em seguida foi gerada a representação em três dimensões do modelo final do extrator manual de mandioca em *Solid Works* (2012).

Figura 31 - Renderização da ferramenta projetada.



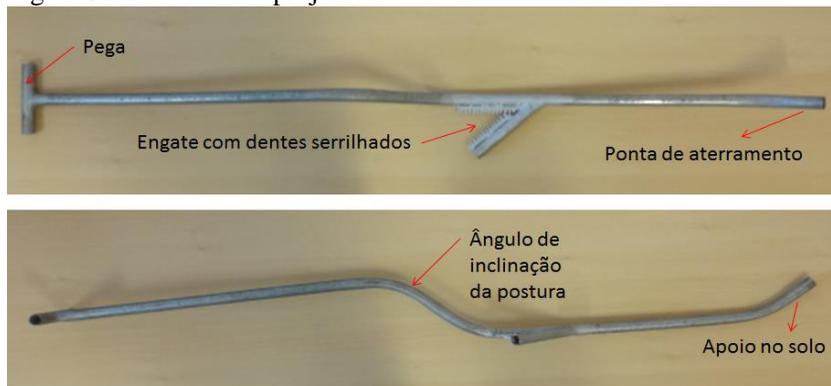
Fonte: o autor.

4.6 ETAPA 5: AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO MANUAL DE RAÍZES COM A FERRAMENTA PROJETADA ERGONOMICAMENTE

Após a conclusão da etapa de criação, realizou-se a preparação das propostas desenvolvidas para a produção, especificando o tamanho, materiais, acabamentos e detalhamentos.

Com posse das informações referentes a custos para a fabricação, foi encaminhado para a metalúrgica construir a ferramenta projetada.

Figura 32 - Ferramenta projetada.



Fonte: o autor.

Para realizar a avaliação com a ferramenta projetada foi utilizado a ferramenta de simulação dos movimentos: o *Xsens MVN Biomech*.

Como já comentado nos procedimentos metodológicos, serve para compreender os movimentos realizados com a ferramenta projetada e realizar alterações e sugestões para corrigir a ferramenta.

4.6.1 Simulação com o percentil 50 na extração manual em terreno plano e inclinado observando o joelho

Após a construção da ferramenta projetada, foi executada uma simulação com o percentil 50. Para a simulação foi utilizada a ferramenta *Xsens MVN Biomech* em terreno plano e inclinado para avaliar o joelho. Os ângulos do joelho ficaram apresentados acima de 90°, conforme Iida (2005) conforme a tabela 6.

Tabela 6 – Ângulos do joelho com a extração manual.

Extração manual			
		Joelho Esquerdo	Joelho Direito
Percentil 50	Terreno Plano	117,05	110,38°
	Terreno Inclinado	129,50	105,16°

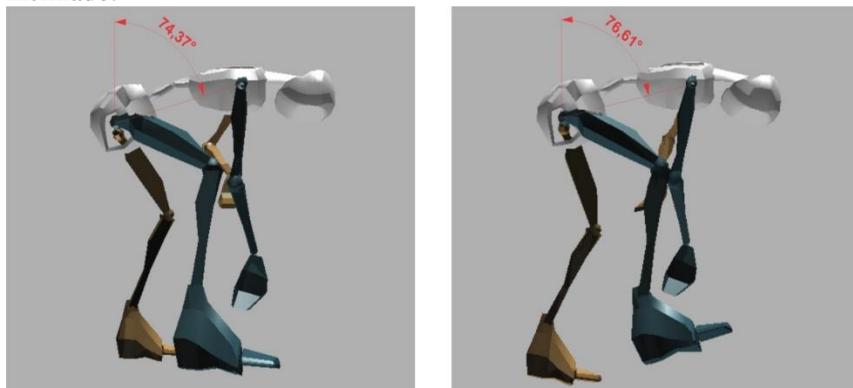
Fonte: O autor.

4.6.2 Simulação com o percentil 50 na extração manual em terreno plano e inclinado observando o tronco

Na simulação da extração manual de mandioca, os valores do ângulo do tronco para o percentil 50 foi superior ao recomendado que não devem ultrapassar 70° de flexão (IIDA, 2005).

Com o ângulo do tronco o valor do terreno plano apresentou 74,37° e para o terreno inclinado com ângulo de 76,61°, ambos sendo ângulos críticos para a postura realizada.

Figura 33 - Extração manual com o percentil 50 em terreno plano e inclinado.



Percentil 50 - Arranque Manual - Terreno Plano

Percentil 5 - Arranque Manual - Terreno Inclinado

Fonte: O autor.

Vale ressaltar que essa angulação foi medida em relação ao solo, mas observando o ângulo da coluna em relação ao fêmur, facilmente se percebe que os valores ficam muito superiores, ultrapassando os 90° de flexão de tronco (IIDA, 2005).

4.6.3 Simulação com a ferramental inicial e a ferramenta projetada

Com a utilização da ferramenta inicial e da ferramenta re-projetada com os percentis 5, 50 e 95 para verificar os ângulos do joelho e tronco.

4.6.4 Simulação com a aplicação da ferramenta inicial e a ferramenta projetada em terreno plano e inclinado observando o joelho

A simulação foi executado em terreno plano e inclinado para todos os percentis a fim de verificar e observar a movimentação do joelho. De maneira geral, o ângulo do joelho permaneceu com angulações superiores a 98° , estando em conformidade com os dados recomendados pela literatura que, segundo Iida (2005) pode chegar a uma flexão máxima de 90° . A tabela 7 ilustra os ângulos dos joelhos esquerdo e direito para os percentis 5, 50 e 95.

Tabela 7 – Ângulos do joelho utilizando a ferramenta inicial e a ferramenta projetada.

Percentis	Tipos de terrenos	Joelho Esquerdo		Joelho Direito	
		Ferramenta inicial	Ferramenta projetada	Ferramenta inicial	Ferramenta projetada
Percentil 5 	Terreno Plano	135,00	130,90	117,68	106,30
	Terreno Inclinado	117,13	112,83	105,80	99,54
Percentil 50 	Terreno Plano	102,30	98,35	123,60	121,90
	Terreno Inclinado	104,70	113,74	118,80	128,21
Percentil 95 	Terreno Plano	155,78	152,80	137,42	142,85
	Terreno Inclinado	158,50	154,59	161,61	176,37

Fonte: O autor.

Com a utilização da ferramenta projetada de maneira geral, apesar de apresentar ângulos próximos do ângulo de aumento de risco e não recomendado, em alguns percentis a carga compressiva aplicada à articulação do joelho torna-se menor, bem como a carga de estabilização dinâmica do movimento e estática nas estruturas articulares, isso devido uma melhor vantagem mecânica proporcionada pela alavanca oferecida pela ferramenta projetada, proporcionando maior braço e sendo necessária a aplicação de menor força para realizar a atividade de extração.

4.6.5 Simulação com a aplicação da ferramenta inicial e a ferramenta projetada em terreno plano observando o tronco

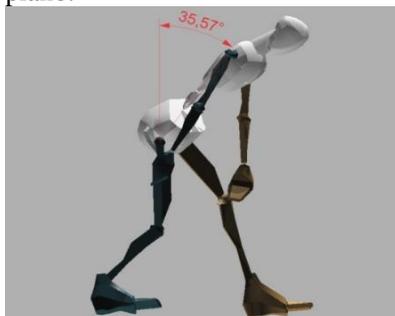
Observando o ângulo do tronco, os valores indicados pela literatura para atividades de trabalho não devem ultrapassar 70° de flexão (IIDA, 2005).

No caso da extração manual de mandioca, tanto com a ferramenta inicial quanto com a ferramenta projetada, os valores do ângulo do tronco para o percentil 95 foram superiores ao recomendado pela literatura.

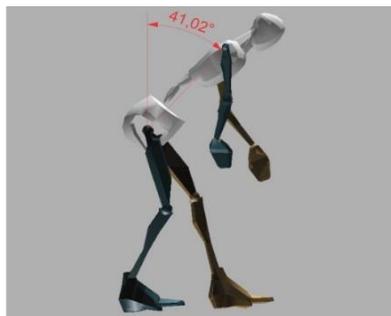
Mesmo que o percentil 5 e o 50 não estejam com ângulos superiores a 70°, observa-se que a ferramenta projetada auxiliou na redução do ângulo do tronco apenas para o percentil 50 no terreno plano

(Figura 34).

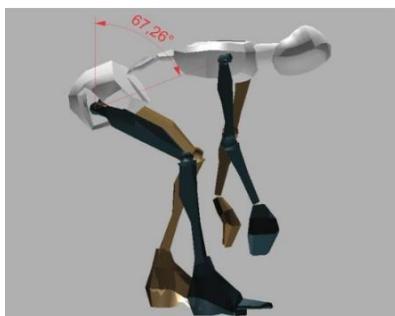
Figura 34 – Extração manual com o percentil 5, 50 e 95 em terreno plano.



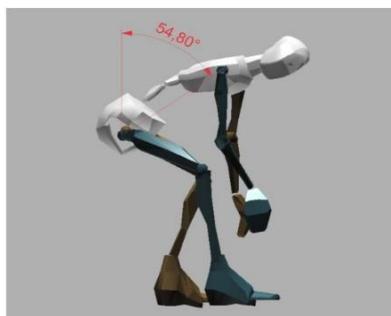
Percentil 5 - Ferramenta inicial - Terreno Plano



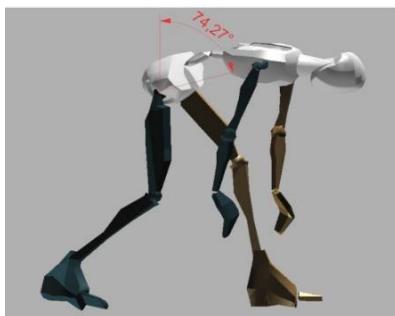
Percentil 5 - Ferramenta re-projetada - Terreno Plano



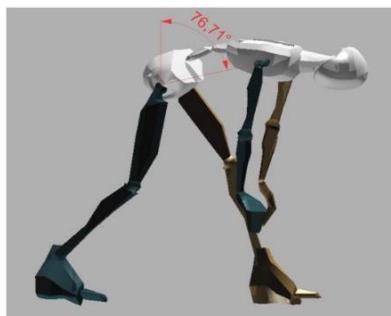
Percentil 50 - Ferramenta inicial - Terreno Plano



Percentil 50 - Ferramenta re-projetada - Terreno Plano



Percentil 95 - Ferramenta inicial - Terreno Plano



Percentil 95 - Ferramenta re-projetada - Terreno Plano

Fonte: o autor.

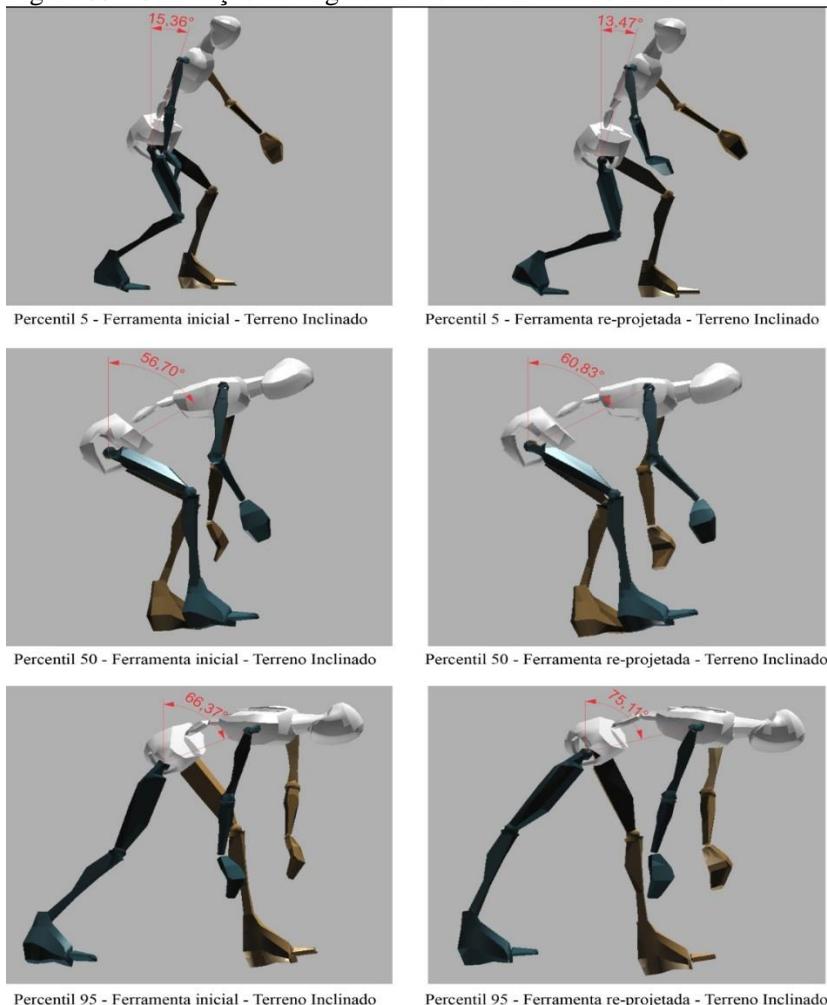
Com a melhora dos ângulos oferecida pela ferramenta projetada, fica evidente o menor esforço articular, principalmente das vértebras lombares, bem como todo o complexo lombo-pélvico e o esforço

amenizado pela vantagem mecânica produzida pela ferramenta.

4.6.6 Simulação com a aplicação da ferramenta inicial e a ferramenta projetada em terreno inclinado observando o tronco

Considerando o terreno inclinado, as flexões de tronco são minimizadas devido a realização de menos flexão do joelho. Apenas o percentil 95 ainda permanece com angulações superiores a 70°, fazendo uso da ferramenta projetada, conforme a figura 35.

Figura 35 - Simulação do ângulo do tronco em terreno inclinado.



Fonte: o autor.

Especificamente considerando com o uso da ferramenta re-projeitada durante a atividade em terreno inclinado, o ângulo do tronco aumentou 4,13 para os percentis 50 e 8,74 para o percentil 95.

Do ponto de vista biomecânico, com a utilização da ferramenta *Xsens MVN Biomech*, que realizou a captura de movimento, existe a confirmação do risco associado ao aumento desses ângulos, bem como a sobrecarga oferecida pela repetitividade, já que modificou o gesto de postura executado com a ferramenta re-projeitada.

Quadro 4 – Quadro comparativo da extração manual, ferramenta inicial e ferramenta projetada no terreno plano e inclinado.

Extração	Manual	Ferramenta inicial	Ferramenta projetada
Joelho	Com o arranque manual, o comportamento do Joelho apresentou ângulos superiores a 105,16°. Segundo Iida, 2005, o mínimo permitido é de 90°.	Com a ferramenta inicial os joelhos obtiveram ângulos acima de 90°.	Aplicando a ferramenta inicial os ângulos dos joelhos ficaram acima do permitido pela literatura 98,35°.
Tronco	Os valores dos ângulos do tronco superiores ao recomendado pela literatura: de 70° (IIDA, 2005).	A extração manteve os valores dos ângulos do tronco superiores ao recomendado pela literatura: de 70° (IIDA, 2005).	Os valores do ângulo do tronco para os percentis 5 e 50 obtiveram ângulos recomendado que é até 70° de flexão. Já para o percentil 95 foram obtidos ângulos de 74,27°.

Fonte: O autor.

Embora o ângulo sugerido como de segurança para a flexão do joelho esteja acima de 90°, Iida (2005), na realização da extração da mandioca, a proximidade dele e a repetitividade de movimentos

executados pelo joelho, produzem cronicamente o esmagamento das estruturas de estabilização estática do joelho como os meniscos, ligamentos, tendões e cápsula, lesionando cronicamente estas estruturas (MARRAS, 2000). Não obstante está a variação constante da força de compressão da carga, que depende do tamanho da raiz e da resistência à extração utilizada na articulação para a estabilização do movimento e da tensão anterior do joelho sofrida durante a extração.

Segundo Waddell e Burton, (2001) a flexão do tronco acima de 70°, produz um aumento do reflexo dos músculos multífidos e paravertebrais da coluna, produzindo uma diminuição significativa do espaço interdiscal, comprimindo os discos intervertebrais, principalmente posteriormente, e degenerando o núcleo pulposo (amortecedor - princípio de pascal), desidratando o disco, achatando e fibrosando suas bordas, onde finalmente e de forma incidiosa produz uma protusão da borda do disco, seguido por herniação e extrusão, comprimindo a inervação dos membros inferiores, degenerando e inutilizando a coluna lombar progressivamente (MARRAS et al., 1999, MARRAS, 2000).

4.7 ETAPA 6: SÍNTESE DAS AVALIAÇÕES E IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS ERGONÔMICAS A SEREM INCORPORADAS NO PROJETO DE FERRAMENTA

4.7.1 Identificação dos riscos musculoesqueléticos

Com a avaliação dos riscos musculoesqueléticos para a extração manual, apresentaram-se os seguintes problemas: na lombar, cervical, nos joelhos, nas mãos, nos dedos e punhos. Os pontos críticos requerem alteração nas posturas adotadas pelos agricultores.

Conforme já comentado anteriormente, a aplicação de uma ferramenta manual em formato de alavanca para realizar a extração manual de mandioca também apresentou pontos críticos de posturas.

Com a ferramenta re-projetada foram executadas simulações com uma ferramenta auxiliar, a *Xsens MVN Biomech*, para os percentis 5, 50 e 95 em terreno plano e inclinado, comparando com a ferramenta inicial do ponto de vista biomecânico, sendo analisado o joelho e o tronco.

Com os resultados da simulação pode-se concluir que a partir da ferramenta re-projetada houve melhoras nos joelhos com relação a utilização nos terrenos planos e inclinados. O mesmo para o tronco, que atendeu os percentis 50 e 95 no terreno plano.

4.7.2 Características ergonômicas para o projeto de ferramenta

Conforme já mencionado, foram identificados riscos musculoesqueléticos no arranque manual para a postura manual com a ferramenta inicial e a ferramenta projetada, sendo observados os pontos críticos para melhorar a postura e para realizar a extração com a ferramenta projetada.

Para atender a estas necessidades foram identificados os pontos a serem melhorados para não afetar a postura.

E as posturas ereta ou semi flexionada são as que melhor atendem às necessidades para o trabalho em pé com as pernas e os braços semi flexionados.

A posição em pé apresenta vantagem de proporcionar grande mobilidade corporal, os braços e as pernas podem ser utilizados para alcançar e dar apoio para a ferramenta.

As posições das mãos ficam numa posição neutra;

A lombar está em uma posição neutra também, assim como os ombros;

Pode ser que a cervical precise ficar fletida para olhar para baixo, o que seria ruim, mas não seria uma flexão muito grande.

Nesta postura a ferramenta atende as propriedades da coluna como rigidez e mobilidade, sendo que a rigidez permite a sustentabilidade do corpo. A postura ereta diminui os riscos musculoesqueléticos que poderia haver caso não houvesse o uso desta ferramenta.

A mobilidade permite rotação para os lados e movimentos para frente e para trás, isto permite a possibilidade de movimentação da cabeça e dos membros superiores.

A flexão é o movimento que dirige o antebraço para diante, de tal maneira que a superfície anterior do antebraço entra em contato com a superfície anterior do braço.

Estas observações do ponto de vista biomecânico são ideais para manter uma boa postura e não causar dores e desconforto para realizar a extração manual de mandioca.

Quanto ao uso da ferramenta, precisa criar mecanismos para realizar a extração das raízes do solo sem afetar a postura do agricultor com a ferramenta projetada para melhorar a postura tais como:

- Regulagem do cabo de alavanca para atender todos os percentis;
- Facilitar a posição em pé;

- Ter apoio para não enterrar a ponta no solo;
- Mecanismo de engate que abre e fecha;
- Posição de pega emborrachada;

A realização desta etapa compreende a avaliação da qualidade do produto desenvolvido para ser testado em situações reais, seguido de solicitar o registro autoral, armazenar os documentos digitais do projeto, elaborar manual de orientação para o cliente e realizar testes finais.

Esta etapa considera que o desenvolvimento de uma ferramenta manual para ser utilizados na agricultura familiar como um fator social importante, por ser de aço carbono e resistente a intempéries, baixo custo e fácil transporte e que esta atende as necessidades dos agricultores da roça de toco.

A inserção do design em desenvolvimento de produtos para agricultura é um passo rumo a um pensamento sistêmico permitindo gerar novas oportunidades para futuros trabalhos em pequenas comunidades.

5 CONCLUSÕES

Conforme os dados encontrados em resposta a problemática de identificar os fatores que estão associados às queixas musculoesqueléticas no contexto de trabalho e à saúde dos agricultores da agricultura familiar, com ênfase na Ergonomia física, observa-se que esta relação se procede principalmente devido às posturas adotadas para extração manual de mandioca.

O problema dos fatores de dores que estão associados às queixas musculoesqueléticas no contexto de trabalho e a saúde dos agricultores da agricultura familiar, com ênfase na Ergonomia física e reflete no abandono da atividade da extração manual de mandioca por conta do risco de adoecimentos e não conseguir desenvolver as atividades.

Segundo a problemática de identificar os fatores que estão associados às queixas musculoesqueléticas no contexto de trabalho e à saúde dos agricultores da agricultura familiar, com ênfase na Ergonomia física, observa-se que esta relação se procede principalmente devido às posturas adotadas para extração manual de mandioca.

A investigação in loco e conhecimentos da realidade da atividade permitiram a obtenção de dados reais do trabalho realizado pelos agricultores. Este tipo de abordagem mostrou-se fundamental para realização deste tipo de pesquisa.

Os problemas e dificuldades percebidos ao longo destes anos no âmbito do trabalho realizado na agricultura familiar determinaram o primeiro objetivo específico desta Tese: Levantar e identificar os reflexos físicos na atividade de extração manual de mandioca pertencente à agricultura familiar:

Como resultado deste objetivo específico, encontraram-se o resultado com maior índice de queixas na coluna lombar, cervical, ombros, braços, punhos e dedos, dificultando o desempenho das atividades.

Como resultado para o segundo objetivo específico que destaca em avaliar e comparar a atividade de extração de raízes de mandioca de forma manual e com o auxílio de ferramenta. O auxílio de uma ferramenta em formato de alavanca também apresentou resultados idênticos a extração manual. Ao avaliar e comparar a atividade de extração de raízes de forma manual e com o auxílio da ferramenta com a aplicação do questionário de dor e desconforto verificou-se que mantêm os mesmos riscos musculoesqueléticos.

Com o terceiro objetivo de incorporar os aspectos ergonômicos da parte física do projeto da ferramenta avaliada, mostraram-se os dados das queixas musculoesqueléticas com a extração manual e com a

ferramenta, e transformadas em requisitos de projetos, foram incorporados os aspectos ergonômicos da parte física no projeto da ferramenta avaliada como pega, engate, curvatura na alavanca para facilitar o engate e manter o agricultor mais ereto, e enterro da ponta quando em contato com o solo.

E no quarto objetivo específico apresentou-se em avaliar e comparar a atividade de extração de raízes de mandioca, de forma manual, com o auxílio de ferramenta e com a nova ferramenta projetada. Os riscos permanecem por atender somente os ângulos do joelho de todos os percentis. Quanto ao tronco, o percentil 95 fica acima do ângulo máximo, que é de 70°.

Os procedimentos metodológicos utilizados como entrevistas, aplicação de questionários sócio demográfico, nórdico e registros fotográficos possibilitaram identificar as posturas e os problemas de queixas associadas às atividades de extração manual e com a utilização de ferramenta.

Os resultados da pesquisa possibilitaram identificar os requisitos ergonômicos a serem incorporados no desenvolvimento da ferramenta projetada e na simulação de como manter a postura ereta com pouca inclinação do tronco, braços com pouca curvatura e buscar trazer a ferramenta mais próxima do corpo, evitando que o agricultor tenha que baixar para realizar as atividades de extração.

5.1 LIMITAÇÕES

Este estudo apresenta algumas limitações e dificuldades que foram encontradas em todo o processo de construção da tese.

As limitações referentes a esta pesquisa foram à escassez de publicações sobre ferramentas manuais para a agricultura familiar para realizar a extração manual de mandioca: como artigos, periódicos, teses e projetos.

5.2 CONTRIBUIÇÕES

No campo da pesquisa representou contribuição, a organização e identificação dos requisitos necessários para a construção de ferramentas manuais para a extração de raízes na agricultura familiar.

- A melhoria social especificamente para os agricultores da agricultura familiar da roça de toco para obter uma ferramenta de baixo custo, fácil de transportar e continuar a produzir

alimentos para manter as famílias e vender o excedente para a área urbana local e melhorar a renda familiar.

- A área econômica vem de encontro em manter o agricultor no campo, evitando o êxodo rural.
- Sendo assim, este estudo pretende contribuir para a formação de um senso crítico quanto ao tema que é a agricultura familiar e seus problemas físicos para realizar a extração de raízes da mandioca. A falta de ferramentas adequadas ainda é o grande problema para ser pesquisado, estudado e aplicado para melhoria da agricultura familiar especificamente a extração de raízes.

REFERÊNCIAS

- ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia. **Classificação do entendimento em Ergonomia**. 2009. Disponível em: <www.abergo.org.br>. Acesso em: 02 ago. 2013.
- ABRAHÃO, J. I.; TORRES, C. C. Entre a organização do trabalho e o sofrimento: o papel de mediação da atividade. **Revista Produção**, v. 14, n. 3, p. 67-76, 2004.
- ABREU, G. T. A. **A Posse e o Uso da Terra**: modernização agropecuária de Guarapuava. Curitiba, 1986.
- ALBANO, F. M. et al. Avaliação de cabos para desossa de frango com base na percepção tátil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. **Anais...** Porto Alegre. CDROM, 2005.
- ALBUQUERQUE, M. C. C.; NICOL, R. **Economia agrícola**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.
- ALONÇO, A. S. **Máquinas para extração e transextração**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 2009. 29 p.
- ALTMANN, R. et al. **Perspectivas para agricultura familiar**: horizonte. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2010. 112p.
- BACK, Nelson et al. **Projeto Integrado de Produtos**: planejamento, concepção e modelagem. São Paulo: Manole, 2008.
- BARR, A. E.; BARBE, M. F.; CLARK, B. D. Work-Related Musculoskeletal Disorders of the hand and wrist: epidemiology, pathophysiology, and sensorimotor changes. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 34, n. 10, p. 610-627, 2004.
- BARROS, E. N. C.; ALEXANDRE, N. M. C. Cross-cultural adaptation of the Nordic musculoskeletal questionnaire. **International Nursing Review**, v. 50, n. 2, p. 101-108, 2003.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. Tradução Itiro Iida. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BERNARD, B. P. (Edi.). **Musculoskeletal disorders and workplace factors**: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. Cincinnati: NIOSH, 1997.

BOUERI FILHO, J. J. **Antropometria aplicada à arquitetura, urbanismo e desenho industrial**. São Paulo: Estação das Letras e Cores Editora, 2008. 152 p.

BOULLOS, R. **Agricultura e alimentação**. 2004. Disponível em: <biblioteca.unisantos.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo>. Acesso em: 26 jul.

BRASIL. Lei Federal n.º 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: 24 de julho de 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm>. Acesso em: 10 mai. 2013.

BUFFOLO, G.; SILVA, P. S. **Mecânica e Mecanização Agrícola**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

BURNS, E. M.; LERNER, R. E.; MEACHAM, S. **História da civilização ocidental**: do homem das cavernas as naves espaciais. v. 1, 44. ed. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 2007.

CAMARGO, D. E. C. **A Terra, a Planta e o Homem**: manual Brasil agrícola. São Paulo: Ícone, 1986.

CAMINHA, Pero Vaz de. **A Carta. Edição de base**: Carta a El Rei D. Manuel. Dominus, São Paulo, 1963. Disponível em: <<http://www.literaturabrasileira.ufsc.br/arquivos/texto/0006-02136.html>>. Acesso em: 06 ago. 2013.

CEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis, 2012. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

CODESUL – **Conselho de desenvolvimento e integração sul**. 2011.

Disponível em: <<http://www.codesul.com.br/>>. Acesso em: 23 maio 2013.

CODESUL. Conselho de Desenvolvimento do Extremo Sul (SC). **Cultura e aproveitamento da mandioca em Santa Catarina**. Florianópolis: s.n., 1972.

COLOMBINI, Daniela. et al. **Il método ocrá per l'analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti**. Milão: Franco Angeli, 2005.

CORLETT, E. N.; BISHOP, R. P. **A technique for assessing postural discomfort**. Ergonomics, v. 19, p. 175-182, 1976.

CYBIS, W.; HOLTZ, A.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade**. São Paulo: Novatec, 2010.

DEBIASI, H.; SCHLOSSER, J. F.; PINHEIRO, E. P. Desenvolvimento do coeficiente parcial de Ergonomia e segurança em tratores agrícolas. **Engenharia Agrícola de Jaboticabal**, v. 24, n. 3, p. 727-735, set./dez. 2004.

DIAS, Jorge Luiz Passos Abduch; FIOD NETO, Miguel. **Integração da concepção ergonômica de máquinas e equipamentos na metodologia de projeto de produtos**. 2000. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, 2000.

DULL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Editor Edgard Blücher, 1995. 147 p.

DUTRA, A. R. A. **Análise do custo/benefício na transferência de tecnologia: estudo de caso utilizando a abordagem antropotecnológica**. 1999. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1999.

EMBRAPA. **Manual técnico da bracatinga**. Bracatinga: melhoria da produção energética e alimentícia. PDFI/CNPF/ FAO/ EMBRAPA, 1988.

EPAGRI - **Órgão oficial de Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária**

do estado de Santa Catarina. 2011. Disponível em:
<<http://www.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 23 mai. 2013.

FANTINI, A. C. **Inovações de base ecológica na Produção de carvão vegetal dos agricultores familiares na região da grande Florianópolis/SC.** Edital MCT/CNPq/MDA/SAF/Dater/2009.

FAO. **Caracterización de la Agricultura Familiar.** 2011. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/es/desarrollo/fao-bid/tlc/pdf/caracte.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2013.

FELISBERTO, L. C.; PASCHOARELLI, L. C. Dimensionamento preliminar de postos de trabalho e produtos - modelos antropométricos em escala. In: CONGRESSO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, n. 4, 2000, Novo Hamburgo, **Anais...** Rio Grande do Sul: Associação de Ensino e Pesquisa de Nível Superior de Design do Brasil, 2000. 1 CD-Rom.

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

GADANHA, J. C. D. et al. **Maquinas e Equipamentos Agrícolas no Brasil.** São Paulo: IPT, 1991.

GARCIA et al. Usabilidade aplicada a ferramentas manuais: requisitos de produto para faca utilizada em desconche de mexilhões. In: 2ª Conferência Internacional de Integração do Design, Engenharia e Gestão para a inovação. **Anais...** Florianópolis, SC, Brasil, 21-23, Outubro, 2012.

GARCÍA-CÁRCERES, R.G., et al. Hand anthropometry of the Colombian floriculture workers of the Bogota plateau. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 42, p. 183–198, 2012.

GAYA, A. (Org.) **Ciências do movimento humano: introdução à metodologia de pesquisa.** Porto Alegre: Artmed, 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLOBO RURAL (Brasil). Entrevista (Org.). **Ferramenta para extração manual de mandioca**. Disponível em: <Brasil>. Acesso em: 01 maio 2012.

GOMES FILHO, J. **Ergonomia do objeto: sistema técnico de leitura ergonômica**. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 338 p.

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

GUILHON, David; DINIZ, Raimundo Lopes. Estudo preliminar sobre o uso do martelo do “kit caranguejo”: uma proposta de redesign. XII Congresso Brasileiro de Ergonomia: II Forum Brasileiro de Ergonomia, **Anais...** Fortaleza, p. 01-08. 01 jun. 2004.

HAMAD, A. F. **Presença do design no desenvolvimento tecnológico da agricultura**. 2002. 104 f. Monografia (Graduação em Desenho Industrial). Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Florianópolis, 2002.

HARDY, E. et al. Comitês de Ética em Pesquisa: adequação à Resolução 196/96. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, v. 50, n. 4, p. 457-462, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v50n4/22762.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2006**. Agricultura Familiar. Primeiros resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, 2010. 262 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

IEA - International Ergonomics Association. **Domínios especializados da Ergonomia**. Revista Ação Ergonômica, 2000. Disponível em: <<http://www.acaoergonomica.Ergonomia.ufrj.br/edicoes/vol2n1/artigos/1.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2013.

IFRRP - **Instituto Internacional de Pesquisa de Políticas Alimentares**. 2010. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/ciencia-artigos/fome-no-mundo-indiceglobal-da-fome-ghi-3498471>>. Acesso em: 26 maio 2013.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

INCRA - **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária**. 2011. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/portal>>. Acesso em: 26 jun. 2013.

ISO 9241, **Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade**, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000.

JENSEN, G. M. Biomechanics of the lumbar intervertebral disk: a review. **Physical Therapy**, New York, v. 60, n. 6, p. 765-773, jun. 1980.

JORDAN, P. W. **An Introduction to Usability**. London: Taylor & Francis, 1998.

KIM, J.; HAN, S. H. A methodology for developing a usability index of consumer electronic products. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 38, n. 3-4, p. 333–345, 2008.

KONG, Y. K. et al. Evaluation of handle shapes for screwdriving. **Applied Ergonomics**, v. 39, p. 191-198, 2008.

KUIJT-EVERS, L. F. M. et al. Identifying factors of comfort in using hand tools. **Applied Ergonomics**, v. 35, n. 5, p.453–458, 2004.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2009.

MARRAS, W. et al. A comprehensive analysis of low-back disorder risk and spinal loading during the transferring and repositioning of patients using different techniques. **Ergonomics**, Londres, v. 42, n. 7, p. 904-926, jul. 1999.

MARRAS, W. Occupational low back disorders causation and control.

Ergonomics, Londres, vol. 43, n. 7, p. 880-902, jul. 2000.

Mc ATAMNEY, L.; CORLETT, N. MÉTODO RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, v. 24, p. 91-92, 1993.

MDA - **Portal do Ministério do Desenvolvimento Agrário**. 2011. Disponível em: <<http://portal.mda.gov.br/portal/saf/programas/pronaf>>. Acesso em: 18 mai. 2013.

MONTEIRO, C. J. **O processo de trabalho e o desencadeamento dos agravos à saúde dos trabalhadores rurais: um estudo ergonômico na agricultura em Santa Catarina**. 2004. Tese (Doutorado) Pós – Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MORAES, A., MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: conceito e aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

MORO, Antônio Renato Pereira. **Análise biomecânica da postura sentada: uma abordagem ergonômica do mobiliário escolar**. Tese (Doutorado em Educação Física). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano. UFSM, Santa Maria, 2000.

MOTAMEDZADE, M. et al. Ergonomic design of carpet weaving hand tools. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 37, n. 7, p. 581-587, 2007.

MSB - Ministério da Saúde do Brasil. **Doenças relacionadas ao trabalho: Manual de procedimentos para os serviços de saúde**. Série A. Normas e Manuais Técnicos, n. 114. Brasília/DF – Brasil, 2001.

NAPIER, J. **A mão do homem: a mão do homem**. Londres: Zahar Editores S.A, 1980.

NOGUEIRA, A. C. N. Mecanização da agricultura brasileira: uma visão prospectiva. **Caderno de pesquisa em administração**, São Paulo. v. 08, n. 04, out./dez. 2001.

PAHL, G., BELTZ, W. **Konstruktionslehre**. Berlim: Springer Verlag, 1996.

PASCHOARELLI, L.C., 2003. **Usabilidade aplicada ao design ergonômico de transdutores de ultra-sonografia**: uma proposta metodológica de análise e avaliação do produto. Tese (Doutorado). São Carlos: UFSCar.

PAVANI, R. A. **Pesquisa ergonômico aplicando o método Occupational Repetitive Actions (OCRA)**: Uma contribuição para a gestão da saúde no trabalho. Dissertação (Mestrado em Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente)- Centro Universitário SENAC, Campus Santo Amaro, São Paulo, 2007.

PEDROSO, Marco Antonio Regnier; GONTIJO, Leila Amaral. **Método de avaliação de aspectos ergonômicos em produto de consumo**. 1998, 72f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

PINHEIRO F.; TRÓCCOLI, B.; CARVALH, C. Validação do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares como medida de morbidade. **Rev. Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 307-312, 2002.

POLETTTO, A. R. **Ergonomia 30 anos. Revista Produção online**. 2008. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/index.php/rpo>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

PPGEP. **Linhas básicas do projeto de reestruturação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**. UFSC, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.ppgep.ufsc.br/1a.htm>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

PRONAF - **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. 2013. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/portal/saf/programas/pronaf>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

PROTIL, M. R.; ZAMBALDE, L, A. **Tecnologia da Informação no Agronegócio Cooperativo**. Curitiba: Champagnat, 2002.

RASCH, J. Phillip et al. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1989.

RENNER, J. S. **Custos posturais nos posicionamentos em pé, em**

pé/sentado e sentado nos postos de trabalho do setor de costura na indústria calçadista. 2002. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

RIO, R. P.; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica.** 3. ed. São Paulo: LTr, 2001.

ROETENBERG, D.; LUINGE, H.; SLYCKE, P. Xsens MVN: Full 6DOF human motion tracking using miniature inertial sensors. **Xsens Technologies**, v. 3, apr. 2013.

ROMANO, Leonardo Nabaes. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas.** 2003. 265 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos:** Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2010. 542 p.

ROZIN, D. **Conformidade do posto de operação de tratores agrícolas nacionais com normas de Ergonomia e segurança.** 2004. Dissertação (Mestrado em Agrícola) - UFSM, Santa Maria. 2004.

SABORES. **Revista Sabores da Terra: BRASIL.** Brasília-DF, 2006.

SANTOS, E. R. B. **Os caminhos da agricultura brasileira.** São Paulo: Evolui, 2001.

SCHOENARDIE, Rodrigo Petry. **A percepção multissensorial da Ergonomia.** 2013. 138 f. Dissertação (Mestrado em Design e Expressão Gráfica) - Departamento de Centro de Comunicação e Expressão. UFSC, Florianópolis, 2013.

SEBRAE - **Serviço Brasileiro de Apoio às micros e Pequenas Empresas.** Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>. Acesso em: 07 jun. 2013.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. rev. atual. Florianópolis:

UFSC, 2005. 138p.

SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da batata-doce**. Brasília: EMBRAPA, 2008.

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

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Atlas, 1997.

TEIXEIRA, Julio Monteiro. **Identificação e Proteção: o Design valorizando Agricultura familiar**. 2011. 176p. Dissertação (Mestrado em Design Gráfico) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

ULBRICHT, L. **Fatores de risco associados à incidência de DORT entre ordenhadores em Santa Catarina**. 2003. Tese (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – Ergonomia)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

ULLER-GÓMEZ, C.; GARTNER, C. **Relatório de pesquisa**. Um caminho para conhecer e transformar nossa comunidade. Florianópolis: Prapem/Microbacias, 2008.

WADDELL, G.; BURTON, A. K. Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. **Occupational Medicine**, Oxford, vol. 51, n. 2, p. 124-135, fev. 2001.

WHITE, A. A.; PANJABI, M. M. Clinical biomechanics of the spine. **Philadelphia**, J. B. Lippincott, v. 667, p. 110, 1978.

WISNER, A. **Por Dentro do Trabalho - Ergonomia: Métodos e Técnicas**. São Paulo: FTD/Oboré, 1987.

APÊNDICE A - Questionário Sociodemográficos

Variável	Categoria estabelecida
Identificação	Nome
Comunidade	São Mateus São Marcos Canudos Fazendas
Faixa etária (anos)	0 até 25 26 a 30 31 a 35 36 a 40 41 a 45 46 a 50 mais de 50
Estado civil	Solteiro Casado/união estável Separado Viúvo Recasado
Grau de instrução	Ensino fundamental Ensino médio Ensino superior completo
Filhos	Sim Não
O que produz na propriedade	Mandioca, carvão, banana, melado, cana, gado, cachaça, feijão, etc.
Tempo de atividade com mandioca	1 a 5 anos 5 a 10 anos 10 a 15 anos 15 a 30 anos 30 a 40 anos 40 a 50 anos
Tamanho da área de plantio	Em hectares
Destino da produção	Mercados e Feiras da região

Nome: _____ Data _____

Comunidade: _____

1. Qual sua idade? _____

2. Qual seu estado civil?

solteiro

casado

separado

viúvo

3. Qual seu grau de instrução?

4. Tem filhos?

Não

Sim, quantos filhos? _____

5. O que produz na propriedade?

6. Quanto tempo esta em atividade com mandioca?

7. Qual é o tamanho da área de plantio?

8. Qual é a produtividade?

Semanal _____

Mensal _____

Anual _____

9. Quantidade que consegue arrancar por dia?

10. Destino da produção

ANEXO A - Parecer Consubstanciado do Cep

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PROJETO DE PESQUISA

Título: REQUISITOS ERGONÔMICOS EM FERRAMENTAS AGRÍCOLAS PARA PEQUENAS PROPRIEDADES DE AGRICULTURA FAMILIAR E SEUS REFLEXOS NA SAÚDE, SEGURANÇA E PRODUTIVIDADE: o caso de um arrancador manual de mandioca

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 05372012.9.0000.0121

Pesquisador: Eugenio Andres Diaz Merino

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 108.560

Data da Relatoria: 24/09/2012

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma proposta de trabalho a ser submetida a EPAGRI para incorporar requisitos ergonômicos numa ferramenta para arrancar mandiocas, visando solucionar problemas de dores musculoesqueléticas, acidentes de trabalho e produtividade

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa tem como objetivo principal incorporar requisitos ergonômicos referentes a exigências físicas em um arrancador utilizado em grupos produtivos de pequeno porte no setor da agricultura visando seus reflexos na saúde e produtividade do trabalhador.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisa não apresenta riscos. Quanto aos benefícios estão ligados principalmente a eliminação de dores musculoesqueléticas dos trabalhadores e aumento de produtividade

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Foi apresentado pela EPAGRI - Instituição interessada e administradora dos recursos do CNPq financiadora do projeto Declaração afirmando o cumprimento dos termos da resolução 196/96. Foram apresentadas declarações do Pesquisador Responsável e da Instituição Proponente com firmando o cumprimento dos termos da Resolução do CNS 196/96

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE é apresentado de forma adequada.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se aplica.

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-900
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-9208 **Fax:** (48)3721-9098 **E-mail:** cep@reitoria.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

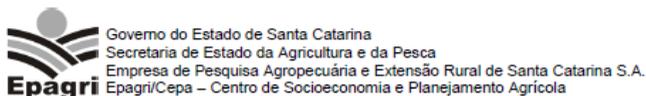
Considerações Finais a critério do CEP:

FLORIANOPOLIS, 26 de Setembro de 2012

Assinado por:
Washington Portela de Souza

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
Bairro: Trindade CEP: 88.040-900
UF: SC Município: FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-9206 Fax: (48)3721-9696 E-mail: cep@reitoria.ufsc.br

ANEXO B – Ofício para solicitação de coletas de dados



DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Instituição, tomei conhecimento do projeto de pesquisa: **Requisitos ergonômicos em ferramentas agrícolas para pequenas propriedades de agricultura familiar e seus reflexos na saúde, segurança e produtividade: o caso de um arrancador manual de mandioca**, e cumprirei os termos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para o desenvolvimento deste projeto, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Ressalto também, que este projeto acontece no mesmo contexto de outros tres projetos de pesquisa, dois dos quais financiados pelo CNPq, usando como metodologia a pesquisa e ação participativa, além de estarem na área de ação da assistência técnica e extensão rural da Epagri. Esse conjunto de atividades gera grande interação entre pesquisadores e os agricultores, sempre levando em conta a saúde, o bem estar e o respeito as particularidades e condições destes atores.

Florianópolis, 23/08/2012

Atenciosamente,

Ilmar Borchardt – Matrícula 4876-3
Gerente do Epagri/CEPA

ANEXO C – Termo de consentimento livre e esclarecido



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: Requisitos ergonômicos em ferramentas agrícolas para pequenas propriedades de agricultura familiar e seus reflexos na saúde, segurança e produtividade: o caso de um extrator manual de mandioca.

Responsáveis: Carlos Aparecido Fernandes e Eugênio Andrés Díaz Merino.

Esta pesquisa objetiva em primeiro analisar o arranque de mandioca atual, aplicando questionários para verificar as queixas musculoesqueléticas, acidente de trabalho e produtividade, em segunda fase fornecer aos agricultores um arrancador manual de mandioca e registrar o arranque com esta ferramenta e aplicar os questionários já relacionados e na terceira e última fase fornecer um arrancador com requisitos ergonômicos que facilite o arranquio.

Esta pesquisa buscará informações quanto às queixas musculoesqueléticas, acidente de trabalho e produtividade, por meio a aplicação de um questionário, e aplicação de ferramentas manuais de arranque de mandioca sendo que o participante terá suas dúvidas esclarecidas antes e durante a pesquisa. Os dados individuais serão mantidos sob sigilo, assim como a privacidade individual do participante.

As informações contidas neste termo objetivam firmar um acordo por escrito, no qual o indivíduo denominado “voluntário” autoriza sua participação, para fins acadêmicos, com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

Eu, _____, abaixo assinado, estou de acordo em participar como voluntário deste estudo, autorizando a divulgação dos dados, única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, conforme proposto para esta pesquisa.

Assinatura do Voluntário

Carlos Aparecido Fernandes
(Pesquisador)

Florianópolis, ___ de _____ 2012.

Dados de contato dos pesquisadores:

Carlos Aparecido Fernandes. Fone: (48) 3721-6403 e-mail: fernandesutfpr@gmail.com

Eugênio Andrés Díaz Merino. Fone: (48) 3721-6403 e-mail: merino@cce.ufsc.br

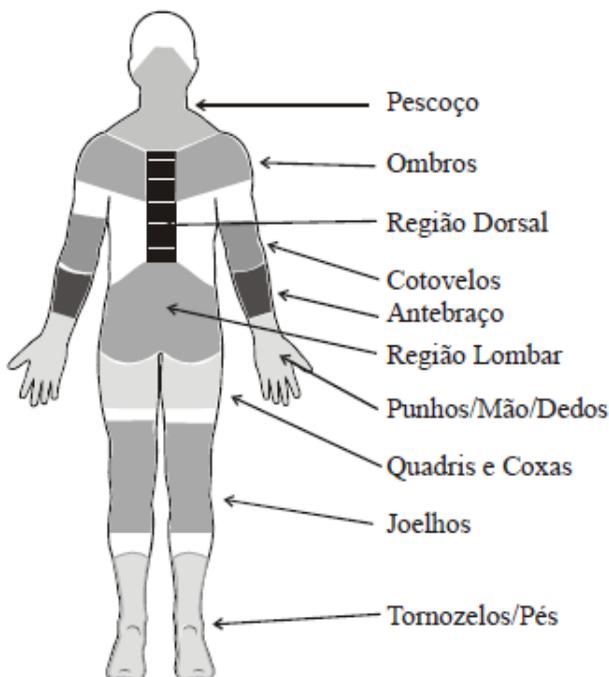
ANEXO D – Queixas musculoesqueléticas

NOME: _____ DATA: _____

QUESTIONÁRIO NÓRDICO DE SINTOMAS OSTEOMUSCULARES

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO

Por favor, responda a cada questão assinalando um “x” na caixa
 Marque apenas um “x” em cada questão.
 Não deixe nenhuma questão em branco, mesmo se você não tiver nenhum problema em nenhuma parte do corpo.
 Para responder, considere as regiões do corpo conforme ilustra a figura abaixo.



<p><i>Considerando os últimos 12 meses, você tem tido algum problema (tal como dor, desconforto ou dormência) nas seguintes regiões:</i></p>	<p><i>Você tem tido algum problema nos últimos 7 dias, nas seguintes regiões:</i></p>	<p><i>Durante os últimos 12 meses você teve que evitar suas atividades normais (trabalho, serviço doméstico ou passatempos) por causa de problemas nas seguintes regiões:</i></p>
<p>1. Pescoço? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>2. Pescoço? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>3. Pescoço? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>4. Ombros? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ombro direito 3 <input type="checkbox"/> ombro esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>5. Ombros? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ombro direito 3 <input type="checkbox"/> ombro esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>6. Ombros? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ombro direito 3 <input type="checkbox"/> ombro esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>
<p>7. Cotovelo? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> cotovelo direito 3 <input type="checkbox"/> cotovelo esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>8. Cotovelo? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> cotovelo direito 3 <input type="checkbox"/> cotovelo esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>9. Cotovelo? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> cotovelo direito 3 <input type="checkbox"/> cotovelo esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>
<p>10. Antebraço? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> antebraço direito 3 <input type="checkbox"/> antebraço esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>11. Antebraço? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> antebraço direito 3 <input type="checkbox"/> antebraço esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>12. Antebraço? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> antebraço direito 3 <input type="checkbox"/> antebraço esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>
<p>13. Punhos/Mãos/Dedos? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> punho/mão/dedos direitos 3 <input type="checkbox"/> punho/mão/dedos esquerdos 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>14. Punhos/Mãos/Dedos? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> punho/mão/dedos direitos 3 <input type="checkbox"/> punho/mão/dedos esquerdos 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>15. Punhos/Mãos/Dedos? Não Sim 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> punho/mão/dedos direitos 3 <input type="checkbox"/> punho/mão/dedos esquerdos 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>
<p>16. Região dorsal Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>17. Região dorsal Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>18. Região dorsal Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>

<p><i>Considerando os últimos 12 meses, você tem tido algum problema (tal como dor, desconforto ou dormência) nas seguintes regiões:</i></p>	<p><i>Você tem tido algum problema nos últimos 7 dias, nas seguintes regiões:</i></p>	<p><i>Durante os últimos 12 meses você teve que evitar suas atividades normais (trabalho, serviço doméstico ou passatempos) por causa de problemas nas seguintes regiões:</i></p>
<p>19. Região lombar Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>20. Região lombar Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>21. Região lombar Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>22. Quadril e/ou coxas Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>23. Quadril e/ou coxas Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>24. Quadril e/ou coxas Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>25. Joelhos Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> joelho direito 3 <input type="checkbox"/> joelho esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>26. Joelhos Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> joelho direito 3 <input type="checkbox"/> joelho esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>	<p>27. Joelhos Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> joelho direito 3 <input type="checkbox"/> joelho esquerdo 4 <input type="checkbox"/> em ambos</p>
<p>28. Tornozelos e/ou pés Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>29. Tornozelos e/ou pés Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>30. Tornozelos e/ou pés Não Sim 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

ANEXO E – Protocolo Rula



Cornell University, 1996

Planilha RULA de Acompanhamento do funcionário

Complete esta planilha seguindo o procedimento abaixo passo a passo. Mantenha uma cópia no arquivo pessoal do funcionário para pesquisa futura.

Análise dos Braços e Punhos

Passo 1: Localizar Posição do Braço

se o braço está abduzido: +1;
se o braço está adiado ou a pessoa está rotacionada: -1;
se o braço está abduzido ou a pessoa está rotacionada: -1; Escala Final do Braço =

Passo 2: Localizar Posição do Antebraço

se o antebraço está alinhado com o braço sagital: +1;
se o braço abduzido do corpo: +1; Escala Final do Antebraço =

Passo 3: Localizar Posição do Punho

se o punho está em posição ulnar ou radial: +1; Escala Final do Punho =

Passo 4: Giro do Punho

punho está rotacionado medialmente da amplitude: +1;
rotacionado proximal ou no final da amplitude: -2; Escala do Giro do Punho =

Passo 5: Encontrar Escore da Postura na Tabela A

Use valores dos passos 1, 2, 3 e 4 para localizar o Escore da Postura na Tabela A. Escala da Postura =

Passo 6: Adicionar Escore do uso dos Músculos

se a postura for predominantemente estática (a seguir por 10 minutos):
adapte como repetitivo: 4 se mais vezes por minuto: +1; Escala dos Músculos =

Passo 7: Adicionar Escore da Força Carga

se carga menor que 2 kg (intermittente): -2;
se 2 kg a 10 kg (intermittente): +1;
se 10 kg a 15 kg (repetitivo ou parciais): +2;
se maior 15 kg de carga repetitivo ou parciais: +3; Escala Força/Carga =

Passo 8: Encontrar linha na Tabela C

O escore completo da análise dos passos 6 a 7 é utilizado para encontrar a linha na tabela C. Escala Final do Passo 8 =

ESCORES

Tabela A

Escala Final do Braço	Escala Final do Antebraço	Escala Final do Punho	Escala do Giro do Punho			
			1	2	3	4
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	2	2	2
1	1	1	3	3	3	3
1	1	1	4	4	4	4
1	2	1	1	1	1	1
1	2	1	2	2	2	2
1	2	1	3	3	3	3
1	2	1	4	4	4	4
1	3	1	1	1	1	1
1	3	1	2	2	2	2
1	3	1	3	3	3	3
1	3	1	4	4	4	4
2	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2
2	1	1	3	3	3	3
2	1	1	4	4	4	4
2	2	1	1	1	1	1
2	2	1	2	2	2	2
2	2	1	3	3	3	3
2	2	1	4	4	4	4
2	3	1	1	1	1	1
2	3	1	2	2	2	2
2	3	1	3	3	3	3
2	3	1	4	4	4	4
3	1	1	1	1	1	1
3	1	1	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3
3	1	1	4	4	4	4
3	2	1	1	1	1	1
3	2	1	2	2	2	2
3	2	1	3	3	3	3
3	2	1	4	4	4	4
3	3	1	1	1	1	1
3	3	1	2	2	2	2
3	3	1	3	3	3	3
3	3	1	4	4	4	4
4	1	1	1	1	1	1
4	1	1	2	2	2	2
4	1	1	3	3	3	3
4	1	1	4	4	4	4
4	2	1	1	1	1	1
4	2	1	2	2	2	2
4	2	1	3	3	3	3
4	2	1	4	4	4	4
4	3	1	1	1	1	1
4	3	1	2	2	2	2
4	3	1	3	3	3	3
4	3	1	4	4	4	4
5	1	1	1	1	1	1
5	1	1	2	2	2	2
5	1	1	3	3	3	3
5	1	1	4	4	4	4
5	2	1	1	1	1	1
5	2	1	2	2	2	2
5	2	1	3	3	3	3
5	2	1	4	4	4	4
5	3	1	1	1	1	1
5	3	1	2	2	2	2
5	3	1	3	3	3	3
5	3	1	4	4	4	4
6	1	1	1	1	1	1
6	1	1	2	2	2	2
6	1	1	3	3	3	3
6	1	1	4	4	4	4
6	2	1	1	1	1	1
6	2	1	2	2	2	2
6	2	1	3	3	3	3
6	2	1	4	4	4	4
6	3	1	1	1	1	1
6	3	1	2	2	2	2
6	3	1	3	3	3	3
6	3	1	4	4	4	4

Tabela B

Escala Final do Braço	Escala Final do Antebraço	Escala Final do Punho	Tabela B					
			1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	2	2	2	2	2
1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	4	4	4	4	4	4
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	2	2	2	2	2	2
1	2	1	3	3	3	3	3	3
1	2	1	4	4	4	4	4	4
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	2	2	2	2	2	2
1	3	1	3	3	3	3	3	3
1	3	1	4	4	4	4	4	4
2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
2	1	1	3	3	3	3	3	3
2	1	1	4	4	4	4	4	4
2	2	1	1	1	1	1	1	1
2	2	1	2	2	2	2	2	2
2	2	1	3	3	3	3	3	3
2	2	1	4	4	4	4	4	4
2	3	1	1	1	1	1	1	1
2	3	1	2	2	2	2	2	2
2	3	1	3	3	3	3	3	3
2	3	1	4	4	4	4	4	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
3	1	1	4	4	4	4	4	4
3	2	1	1	1	1	1	1	1
3	2	1	2	2	2	2	2	2
3	2	1	3	3	3	3	3	3
3	2	1	4	4	4	4	4	4
3	3	1	1	1	1	1	1	1
3	3	1	2	2	2	2	2	2
3	3	1	3	3	3	3	3	3
3	3	1	4	4	4	4	4	4
4	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	2	2	2	2	2	2
4	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	1	4	4	4	4	4	4
4	2	1	1	1	1	1	1	1
4	2	1	2	2	2	2	2	2
4	2	1	3	3	3	3	3	3
4	2	1	4	4	4	4	4	4
4	3	1	1	1	1	1	1	1
4	3	1	2	2	2	2	2	2
4	3	1	3	3	3	3	3	3
4	3	1	4	4	4	4	4	4

Tabela C

Escala Final do Braço	Escala Final do Antebraço	Escala Final do Punho	Tabela C					
			1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	2	2	2	2	2	
1	1	1	3	3	3	3	3	
1	1	1	4	4	4	4	4	
1	2	1	1	1	1	1	1	
1	2	1	2	2	2	2	2	
1	2	1	3	3	3	3	3	
1	2	1	4	4	4	4	4	
1	3	1	1	1	1	1	1	
1	3	1	2	2	2	2	2	
1	3	1	3	3	3	3	3	
1	3	1	4	4	4	4	4	
2	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	2	2	2	2	2	
2	1	1	3	3	3	3	3	
2	1	1	4	4	4	4	4	
2	2	1	1	1	1	1	1	
2	2	1	2	2	2	2	2	
2	2	1	3	3	3	3	3	
2	2	1	4	4	4	4	4	
2	3	1	1	1	1	1	1	
2	3	1	2	2	2	2	2	
2	3	1	3	3	3	3	3	
2	3	1	4	4	4	4	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	
3	1	1	2	2	2	2	2	
3	1	1	3	3	3	3	3	
3	1	1	4	4	4	4	4	
3	2	1	1	1	1	1	1	
3	2	1	2	2	2	2	2	
3	2	1	3	3	3	3	3	
3	2	1	4	4	4	4	4	
3	3	1	1	1	1	1	1	
3	3	1	2	2	2	2	2	
3	3	1	3	3	3	3	3	
3	3	1	4	4	4	4	4	
4	1	1	1	1	1	1	1	
4	1	1	2	2	2	2	2	
4	1	1	3	3	3	3	3	
4	1	1	4	4	4	4	4	
4	2	1	1	1	1	1	1	
4	2	1	2	2	2	2	2	
4	2	1	3	3	3	3	3	
4	2	1	4	4	4	4	4	
4	3	1	1	1	1	1	1	
4	3	1	2	2	2	2	2	
4	3	1	3	3	3	3	3	
4	3	1	4	4	4	4	4	

Tabela D

Escala Final do Braço	Escala Final do Antebraço	Escala Final do Punho	Tabela D					
			1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	2	2	2	2	2	
1	1	1	3	3	3	3	3	
1	1	1	4	4	4	4	4	
1	2	1	1	1	1	1	1	
1	2	1	2	2	2	2	2	
1	2	1	3	3	3	3	3	
1	2	1	4	4	4	4	4	
1	3	1	1	1	1	1	1	
1	3	1	2	2	2	2	2	
1	3	1	3	3	3	3	3	
1	3	1	4	4	4	4	4	
2	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	2	2	2	2	2	
2	1	1	3	3	3	3	3	
2	1	1	4	4	4	4	4	
2	2	1	1	1	1	1	1	
2	2	1	2	2	2	2	2	
2	2	1	3	3	3	3	3	
2	2	1	4	4	4	4	4	
2	3	1	1	1	1	1	1	
2	3	1	2	2	2	2	2	
2	3	1	3	3	3	3	3	
2	3	1	4	4	4	4	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	
3	1	1	2	2	2	2	2	
3	1	1	3	3	3	3	3	
3	1	1	4	4	4	4	4	
3	2	1	1	1	1	1	1	
3	2	1	2	2	2	2	2	
3	2	1	3	3	3	3	3	
3	2	1	4	4	4	4	4	
3	3	1	1	1	1	1	1	
3	3	1	2	2	2	2	2	
3	3	1	3	3	3	3	3	
3								