



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

RAUL SEIXAS DOS SANTOS OLIVEIRA

**MICRO ERGONOMIA – DESENVOLVIMENTO DE UM CABO ERGONÔMICO
PARA ENXADAS.**

**SUMÉ - PB
2018**

RAUL SEIXAS DOS SANTOS OLIVEIRA

**MICRO ERGONOMIA – DESENVOLVIMENTO DE UM CABO
ERGONÔMICO PARA ENXADAS.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Me. Daniel Augusto de Moura Pereira

**SUMÉ - PB
2018**

O482m Oliveira, Raul Seixas dos Santos.

Micro Ergonomia: Desenvolvimento de um cabo ergonômico para enxadas. / Raul Seixas dos Santos Oliveira. - Sumé - PB: [s.n], 2018.

64 f.

Orientador: Professor Me. Daniel Augusto de Moura Pereira.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Micro Ergonomia. 2. Ergonomia do produto. 3. Déficit ergonômico. 4. Cabo ergonômico I. Título.

CDU: 331.101.1(043.1)

RAUL SEIXAS DOS SANTOS OLIVEIRA


**MICRO ERGONOMIA – DESENVOLVIMENTO DE UM CABO
ERGONÔMICO PARA ENXADAS.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

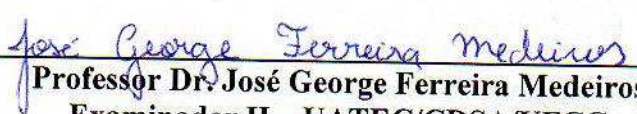
BANCA EXAMINADORA:



Professor MSc. Daniel Augusto de Moura Pereira
Orientador – UAEP/CDSA/UFCG



Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Junior
Co orientador – UATEC/CDSA/UFCG



Professor Dr. José George Ferreira Medeiros
Examinador II – UATEC/CDSA/UFCG

Trabalho aprovado em: 01 de agosto de 2018.

SUMÉ - PB

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos, a minha filha e minha esposa, que sempre me incentivaram, me apoiaram e nunca mediram esforços para que eu conseguisse alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir chegar até aqui. Agradeço a minha pequena e sapequinha Maria Alicia. Minha vida ganhou outro sentido desde o primeiro momento em que a tive em meus braços e olhei em seus olhos pela primeira vez. Também me emociono em ter a oportunidade de agradecer às outras duas mulheres da minha vida, minha mãe e minha esposa. Realmente estou cercado de mulheres incríveis, texto algum irá expressar o amor e admiração que tenho por vocês.

Fernanda, primeiramente quero lhe agradecer por ter me dado o melhor presente de toda minha vida, te agradeço pelo companheirismo, amizade, confiança e apoio durante toda nossa trajetória juntos, superando todos dos desafios, sejam eles quais for. Te amo!

Mãe, você é e sempre foi o meu porto seguro. É difícil encontrar palavras para agradecer a pessoa que cuidou e me protegeu durante toda minha vida, realmente eu tenho a melhor mãe do mundo! Não sei o que seria de mim sem teus conselhos e ensinamentos, te amo mãe!

Agora é o momento de agradecer ao homem que me inspira, que me faz ser forte nos momentos de dificuldade, isso porque ele também já enfrentou muitos, e nunca se deixou vencer. Meu pai é uma figura de força e conhecimento que me motiva e me deixa orgulhoso todos os dias, espero também ser merecedor da tua admiração e orgulho, te amo pai!

Agradeço também aos meus irmãos que tanto amo. Obrigado por tudo que fizeram e fazem por mim e por nossa família, que continuemos assim, essa família forte e unida, acima de qualquer coisa. Quero também agradecer as minhas outras famílias, em especial aos meus sogros Luiz e Expedita, que sempre me incentivaram a cumprir essa missão. Nunca irei conseguir retribuir tudo que fizeram por mim. Vocês estão no meu coração! Agradeço a Socorro e Francisca, por serem essas pessoas iluminadas e cheias de amor. Serei grato por toda minha vida, por tudo que fizeram por mim e por minha família. Amos vocês.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos, Pablo buchão, Fernanda Raquel, Ivanna, Geiza, Augusto, Theodoro (Sargento), Kaique, Emerson Felipe (Camalaú), Djamilton e todos que de alguma forma me incentivaram nessa caminhada. Nunca esquecerei da amizade de todos.

Encerro agradecendo a todos os professores que me guiaram durante minha jornada acadêmica, até aqui, compartilhando seus conhecimentos e experiências para que eu me tornasse o profissional que sou hoje. Agradeço em especial ao professor Daniel Moura, que me auxiliou do desenvolvimento, não só desse, mas de muitos outros projetos até aqui. Muito obrigado a todos.

RESUMO

A ergonomia é caminho primordial para promover melhorias no ambiente de trabalho visando o bem-estar do trabalhador, bem como uma produtividade eficiente e com qualidade. A agricultura é um dos mercados que mais cresce no país, mesmo com sua expansão e modernização, muitas atividades ainda são extremamente manuais e utilizam ferramentas que oferecem riscos à saúde do homem. A partir dessa discussão desenvolveu-se um estudo de analisar do uso da enxada para desempenhar a atividade de capinar. Primeiramente foi preciso compreender a atividade para identificar seus pontos negativos, e assim possibilitar o desenvolvimento de soluções ergonômicas. A atividade de capinar utilizando a enxada convencional foi posta a avaliação pelo método RULA, que analisa o uso da sobrecarga biomecânica dos membros em uma tarefa ocupacional. Após análise, foi possível comprovar a necessidade de intervenções a curto prazo na ferramenta utilizada. O cabo da enxada foi identificado como um dos principais agravantes no caso estudado, pois, não fornece o mínimo de adequação aos seus usuários, forçando os mesmos a adotarem posturas incorretas. Então, foi desenvolvida a proposta de um novo cabo para enxadas, construída ergonomicamente para garantir uma execução mais segura da atividade, desenhada a partir de adaptações simples e economicamente viáveis, garantindo assim que o novo produto esteja ao alcance dos trabalhadores.

Palavras-Chave: Déficit Ergonômico. Cabo Ergonômico. Ergonomia do Produto.

ABSTRACT

Ergonomics is the primary way to promote improvements in the work environment for the well-being of the worker, as well as efficient and quality productivity. Agriculture is one of the fastest growing markets in the country, even with its expansion and modernization, many activities are still very manual and use tools that pose risks to human health. From this discussion to the study of the use of the hoe to perform the weeding activity was developed. First, it was necessary to understand the activity to identify its negative points, and thus to enable the development of ergonomic solutions. The weeding activity using the conventional hoe was evaluated by the RULA method, which analyzes the use of the biomechanical overload of limbs in an occupational task. After analysis, it was possible to prove the need for short-term interventions in the tool used. The hoe rope was identified as one of the main aggravating factors in the case studied, since it does not provide the minimum of adaptation to its users, forcing them to adopt incorrect postures. Then the proposal for a new hoe rope was developed, ergonomically constructed to ensure a safer execution of the activity, designed from simple and economically viable adaptations, thus ensuring that the new product is within reach of the workers.

Keywords: Ergonomic Deficit. Ergonomic Cable. Product Ergonomics.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Diferenças entre as proporções corporais de indivíduos de diferentes etnias.....	21
FIGURA 2 – Esquema das etapas de uma análise ergonômica do trabalho.....	24
FIGURA 3 – Macrofases e fases do PDP.....	30
FIGURA 4 – Custos e benefícios nas diferentes fases do PDP.....	31
FIGURA 5 – Etapas do desenvolvimento de produtos.....	33
FIGURA 6 – Diagrama dos Procedimentos Metodológicos.....	35
FIGURA 7 –Trabalhador capinando.....	39
FIGURA 8 – Janela principal do Ergolândia 6.0.....	39
FIGURA 9 – Etapa 1 (Braços).....	40
FIGURA 10 – Etapa 2 (Punho).....	41
FIGURA 11 –Etapa 3 (Pescoço).....	41
FIGURA 12 – Etapa 4 (Pernas).....	42
FIGURA 13 –Etapa 5 (Antebraço).....	43
FIGURA 14 –Etapa 6 (Rotação de punho)).....	43
FIGURA 15 – Etapa 7 (Tronco).....	44
FIGURA 16 –Etapa 8 (Atividade).....	45
FIGURA 17 –Resultado do Método RULA.....	46
FIGURA 18 –Modelo 3D preliminar do Cabo Ergonômico.....	48
FIGURA 19 –Vista explodida do Cabo Ergonômico.....	48
FIGURA 20 –Trabalho com Postura Inadequada.....	50
FIGURA 21 –Materiais para Fabricação do <i>Mockup</i>	51
FIGURA 22 –Etapa 2 (Punho) - Cabo Ergonômico.....	52
FIGURA 23 –Etapa 3 (Pescoço) - Cabo Ergonômico.....	53
FIGURA 24 –Etapa 7 (Tronco) - Cabo Ergonômico.....	54
FIGURA 25 –Etapa 8 (Atividade) - Cabo Ergonômico.....	55
FIGURA 26 –Resultado do Método RULA (Cabo ergonômico).....	56
FIGURA 27 –Enxada Larga com Cabo de Madeira X Cabo Ergonômico.....	57

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Nível de intervenção para os resultados do método Rula.....	26
QUADRO 2 – Participação da ergonomia nas diversas etapas do desenvolvimento de Produtos	33
QUADRO 3 – Descrição dos Procedimentos Metodológicos	37
QUADRO 4 – Execução da atividade de capina	39
QUADRO 5 - Descrição dos componentes	51
QUADRO 6 – Comparativo entre os dois produtos	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVO GERAL	15
1.1.1 Objetivo específico.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.3 DELIMITAÇÕES	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 ERGONOMIA	16
2.1.2 A importância da ergonomia no contexto laboral.....	17
2.1.3. Doenças Relacionadas à Ergonomia	19
2.2 ANTROPOMETRIA E SUA UTILIZAÇÃO NA ERGONOMIA	20
2.3 FERRAMENTAS DE ANÁLISE ERGONÔMICA.....	24
2.3.1 AET – (Análise Ergonômica do Trabalho).....	24
2.3.3 MÉTODO RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	25
2.4 BIOMECÂNICA.....	26
2.5 TRABALHO ESTÁTICO X TRABALHO DINÂMICO.....	27
2.6 FATORES HUMANOS NO TRABALHO	28
2.7 PDP (PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS).....	29
2.8 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	31
2.8.1 Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos	32
3 MÉTODO DE PESQUISA	34
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
4 RESULTADOS	37
4.1 AVALIAÇÃO DO USO DA ENXADA CONVENCIONAL	37
4.1.1 Aplicação do método RULA (enxada convencional).....	39
4.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO CABO ERGONÔMICO	46
4.2.1 Definição	46
4.2.2 Desenvolvimento.....	47
4.2.3 Detalhamento do Produto.....	47
4.2.3.1 Interface do produto	48
4.2.3.2 Sugestões de uso.....	49
4.2.4 Fabricação do <i>Mockup</i>	50
4.3 AVALIAÇÃO.....	51
4.3.1 Aplicação do método RULA (Cabo Ergonômico)	52
4.3.2 Ajustes finais.....	56
4.3.2.1 Cabo Ergonômico “Definitivo”	57

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERENCIAS.....	59
APÊNDICE A – Questionário de satisfação.....	62
APÊNDICE B – Vista explodida.....	63
APÊNDICE C – Componentes do cabo.....	64

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Iida (2001) os objetivos práticos da ergonomia são a segurança, satisfação e o bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com sistemas produtivos. Na agricultura, a ergonomia ainda é pouco aplicada, devido ao seu caráter relativamente disperso desta atividade, além do pouco poder de organização e reivindicação dos trabalhadores rurais. As aplicações da ergonomia na agricultura, ainda não ocorrem com a intensidade desejável, devido ao caráter relativamente disperso dessas atividades e ao pouco poder de organização e reivindicação desses trabalhadores. Neste segmento, as máquinas e equipamentos utilizados, ainda são quase sempre rudimentares, os quais poderiam ser aperfeiçoados com a aplicação dos conhecimentos ergonômicos e tecnológicos já disponíveis.

As empresas e o trabalho no meio rural estão em um processo permanente de transformação e aprimoramento. Enquanto algumas empresas concentram seus investimentos em melhorias constantes em Saúde e Segurança no Trabalho, outras desrespeitam os princípios mínimos de segurança ao trabalhador e à vida humana e colocam-se em situação permanente de empresas-problema. Assim, torna-se necessário estabelecer uma abordagem planejada e específica, para a intervenção da inspeção do trabalho em diferentes empresas ou setores da atividade econômica (OLIVEIRA et al., 2002).

Segundo Silveira et al. (2005), grande parte das atividades exercidas pelos trabalhadores rurais são perigosas e insalubres em ambientes propícios a vários riscos ocupacionais, principalmente físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais.

O setor agrícola está a cada dia mais mecanizado. Os produtores potencializam cada vez mais seus investimentos em maquinários inovadores que dispensam a MO (mão-de-obra) humana e garantem maior produtividade. Mas mesmo com toda essa evolução no setor, as atividades manuais continuam presentes, principalmente nos médios e pequenos produtores. Na sua maioria essas atividades são executadas com o uso de ferramentas grosseiras que não oferecem o mínimo de boas condições de trabalho e que com o tempo e a repetitividade de movimentos podem ocasionar graves problemas a sua saúde. PEDROSO [1998] comenta que a necessidade de gerar produtos de acordo com as expectativas do usuário é premissa básica no seu processo de desenvolvimento. Nesta visão, os projetistas são cada vez mais orientados na pesquisa das necessidades e características dos usuários. Cada vez mais o usuário aumenta seu grau de exigência com relação à satisfação e à ergonomia. Neste sentido, a ergonomia constitui uma base de informação privilegiada por seus métodos de análise.

1.1 OBJETIVO GERAL

- O presente estudo tem como objetivo desenvolver um cabo ergonômico para enxadas baseado na necessidade dos trabalhadores rurais que desenvolvem atividades manuais pesadas.

1.1.1 Objetivo específico

- Analisar a atividade de capina e identificar os riscos agravantes em sua execução;
- Avaliar o uso da enxada convencional por meio do método RULA;
- Produzir um *Mockup* para testar as adequações desenvolvidas.

1.2 JUSTIFICATIVA

As atividades desenvolvidas no campo ainda são em sua maioria manuais e que exigem esforço físico elevado. O uso de ferramentas inadequadas e grosseiras evidencia o déficit ergonômico presente em um ambiente de trabalho onde os colaboradores buscam o máximo de produtividade, mas devido a carência de informação e acompanhamento, não dão a devida importância aos riscos aos quais estão expostos, nem muito menos as possíveis consequências para a saúde, a médio e longo prazo. Ao utilizar a enxada para capinar, o trabalhador adota posturas inadequadas e executa movimentos repetitivos utilizando a mesma postura, que, aliada à um número excessivo de horas trabalhadas, na maioria dos casos sem intervalos de descanso, pode gerar graves consequências a saúde do trabalhador. Esse conjunto de fatos justifica a grande necessidade de estudos ergonômicos que proponham soluções afim de garantir o bem-estar do trabalhador do campo.

1.3 DELIMITAÇÕES

O presente estudo, aborda conceitos gerais sobre ergonomia e algumas de suas ferramentas, limitando-se a análise postural, contudo de forma a proporcionar ao leitor um cenário que transmita a importância e necessidade da ergonomia como meio para proporcionar melhores condições de trabalho e conseqüentemente a preservação da saúde do trabalhador.

Com base na necessidade identificada e requisitos ergonômicos e de desenvolvimento de produtos, foi desenvolvido uma ferramenta afim de proporcionar melhores condições posturais na execução da atividade de capinar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ERGONOMIA

A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. E examina, portanto, as interações entre pessoas e locais de trabalho para que sejam alcançados os resultados esperados (IIDA, 2005).

A inquietação com as condições da realização do trabalho e suas consequências para os trabalhadores não é recente. No entanto, é a partir de meados do século XX que a atuação de pesquisadores fez com que a ergonomia centrada na análise da atividade fosse destacada, tendo suas bases teóricas aprofundadas e seus métodos enriquecidos com o objetivo de melhorar as condições de trabalho (WILSON, 2000, RABY et al., 2003, PIZO; MENEGON, 2010).

Wilson (2000; 2014), adepto da ergonomia clássica centrada no componente humano dos sistemas homem-máquina, indica que o conceito de ergonomia está alinhado com uma abordagem sistêmica e deve enfatizar a necessidade de um fundamental entendimento da pessoa e suas interações no trabalho e a prática de aprimorar tais interações. Roetting e Luczak (2001), por sua vez, sintonizados com uma abordagem ergonômica focada na atividade humana contextualizada, definem a ergonomia como sendo um conjunto de características técnicas e organizacionais que, de forma saudável, seja capaz de proporcionar produtividade e eficiência.

Para Hendrick (1996), Roetting e Luczak (2001), Iida (2005), Dempsey (2007), Semensato (2013) e Sheridan (2014) a ergonomia é classificada como uma ciência associada a áreas do conhecimento tais como tecnologia, saúde e segurança ocupacional e organização social e política do trabalho. É indicado também o caráter interdisciplinar da ergonomia que envolve áreas relativas à medicina, engenharia, psicologia, fisioterapia e administração.

Semensato (2013) sinaliza que estas características são perceptíveis, uma vez que, a abordagem ergonômica em uma organização assume o caráter sistêmico englobando componentes físicos, humanos e tecnológicos. Sagot, Gouin e Gomes (2003) propõem que a ergonomia deve ter foco no estudo da realização das atividades levando em consideração movimentos e gestos e não somente funções operacionais isoladas.

A Ergonomia sugere como método de análise de trabalho a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), que prevê mecanismos de identificação de dores, desconforto e insatisfação do trabalhador. As maiores dificuldades quando se trata de analisar e corrigir as más posturas do trabalho são a identificação e o registro dos dados ou componentes de atividade a serem estudadas, levando alguns pesquisadores a proporem métodos práticos de registro e análise de postura que possam validar os resultados das pesquisas nessa área. (MAIA, 2008).

O mesmo autor ressalta que o nascimento da Ergonomia se deu pela necessidade de apresentar soluções para os problemas originários de situações de trabalho que não correspondem com a satisfação e aprovação do trabalhador no momento da realização da tarefa.

Abrahão e Pinho (1999) definem que os critérios de avaliação do trabalho são sustentados por três eixos:

- A segurança dos homens e dos equipamentos;
- A eficiência do processo produtivo;
- O bem-estar dos trabalhadores nas situações de trabalho.

Adotando estes itens como referenciais para a efetiva percepção das situações reais de trabalho, faz-se necessária a sondagem do modelo de trabalho, das características dos trabalhadores e da relação homem-trabalho na situação estudada

2.1.2 A importância da ergonomia no contexto laboral

Através da ergonomia é possível introduzir melhorias nas condições de trabalho, pois a mesma consegue fazer uma relação entre as atividades dos indivíduos em diferentes contextos de trabalho, tendo como foco principal qualidade de vida no trabalho e melhor desempenho profissional (ABRAHÃO, 1996, p. 50).

A ergonomia é distinta por dar importância a saúde do trabalhador, lutar contra acidentes e por buscar melhorias nas condições de trabalho, propiciando vantagens econômicas e financeiras por meio de novas tecnologias (ABRAHÃO, 1996, p. 50).

O principal objetivo da ergonomia é colaborar para satisfazer as necessidades humanas dentro do ambiente de trabalho, gerar saúde e bem-estar. Para que isso aconteça é necessário realizar um estudo cuidadoso do trabalho com o propósito de identificar fatores inconciliáveis no ambiente de trabalho e suas consequências para os indivíduos. Depois de fazer uma análise cautelosa elimina-se prejuízos e elementos agressores que possam trazer perdas em qualquer função fundamental na vida do trabalhador (ALEXANDRE, 1998, p. 85) Tendo em vista que existe uma preocupação da ciência ergonômica em dois aspectos muito importantes é a produtividade relacionada a outros feitos da organização e o outro está ligado a pessoas, com total preocupação em sua abrangência como, saúde, satisfação com o trabalho entre outros.

O tema saúde envolve uma série de cuidados, uma vez que esse assunto vem se evoluindo com o passar dos anos, transformando a visão paliativa ou preventiva a uma visão construtiva, se preocupando com a saúde física e cognitiva do trabalhador (FALZON, 2007, p. 04).

Para Iida (2005, p. 13) na ergonomia existe uma total abrangência na participação de diversos profissionais que dão a sua contribuição relacionada a sua área de graduação, como por exemplo, médicos do trabalho, engenheiros de projeto, engenheiros de produção, engenheiros de segurança, desenhistas industriais, analistas do trabalho, psicólogos, enfermeiros, fisioterapeutas entre outros. Vários destes profissionais tem hoje em dia a oportunidade de se especializarem em cursos de ergonomia para atuarem profissionalmente neste campo. Entre suas contribuições podem-se dar maior destaque as seguintes:

- Ajudar a identificar lugares que provocam acidentes ou patologias ocupacionais, e realizar cuidados com sua saúde;
- Ajudar no aspecto técnico, proporcionando modificações em equipamentos e máquinas nos ambientes de trabalho;
- Contribuir na organização do trabalho, para que estabeleçam um fluxo de produção, sem sobrecarregar o funcionário;
- Identificar lugares e equipamentos que ofereçam riscos no trabalho e que devem ser modificados;
- Ajudar no condicionamento com novos equipamentos e sistemas de comunicação;
- Ajudar na parte psicológica do indivíduo, nos processos cognitivos, no relacionamento assertivo dentro da empresa e posto de trabalho, treinamento e fundação de novos métodos;
- Contribuir para prevenção e recuperação de trabalhadores lesionados;
- Contribuir no dia-a-dia de cada funcionário, com o objetivo de evitar atrasos, sobrecargas, estresses entre outras;
- Estabelecer planos de função, salários coerentes com cada função desempenhada;
- Ajudar a comprar máquinas e equipamentos que ofereçam segurança e conforto ao trabalhador.

Essas e muitas outras contribuições fazem parte do trabalho do ergonomista, tendo sempre como foco principal o bem-estar do trabalhador e capacidade de produção da empresa.

Em uma real situação o problema apresentado nem sempre encontra uma solução rápida, o problema pode ser complexo, pode necessitar de diversas análises, pesquisas em relação homem, máquina e seu ambiente de trabalho. Em muitos casos se usa a relação de compromisso, que significa fazer o que é possível dentro de cada situação, sem fazer concessões com riscos

de segurança ao 18 trabalhador, pois o objetivo é justamente aliviar o sofrimento e o sacrifício de cada operador (IIDA, 2005, p. 14).

É fundamental que a ergonomia esteja aliada a outras áreas da ciência, para que ao ser realizada a análise das condições de trabalho, possa ser mais fidedigna possível, com o propósito de lutar contra fatores desestabilizadores (RIO e PIRES, 2001). As aplicações da ergonomia têm se expandido em vários setores como, agricultura e a vida diária do cidadão comum, não ficando restrita apenas a indústria, setor militar e aeroespacial como era inicialmente (IIDA, 2005).

2.1.3 Doenças Relacionadas à Ergonomia

Segundo Figueiredo e Mont'Alvão, duas as doenças ocupacionais são patologias originadas após a Revolução Industrial, no século XVIII, ao impor um ritmo de trabalho mecânico ao homem, ocasionando assim uma série de movimentos constantes, repetidos e em grande velocidade.

Nos dias atuais o impacto da nova forma de produção efetivada a partir da sociedade capitalista reflete um grande número de trabalhadores acometidos pelas doenças ocupacionais. Paradoxalmente, os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas e a redução das doenças ocupacionais.

Com a evolução da tecnologia, o trabalho vem se tornando mais complexo e exige das pessoas uma qualificação profissional mais apurada. Neste sentido, o ser humano tem sido considerado como um dos elementos na análise e projetos ergonômicos, com o envolvimento de questões mais amplas, não se limitando ao escopo do cargo ou tarefa. Ao realizar algum tipo de trabalho, o indivíduo está introduzido em um ambiente social mais amplo, podendo impactar.

As primeiras ocorrências de LER/DORT datam de 2000 mil anos, conforme relatado pelo precursor da Medicina do Trabalho, Bernardino Ramazzini em 1700. Segundo autor, na antiguidade, os escribas (responsáveis por escrever nos pergaminhos os conhecimentos orais) já apresentavam um quadro doloroso, bastante compatível com o quadro de LER.

Por outro lado, ao confrontar com a atualidade vê-se configurado uma epidemia moderna, fruto da crescente industrialização, modernização, intensificação do ritmo de trabalho pela busca incessante por produtividade, precarização do trabalho como a perda dos direitos trabalhistas e previdenciários e das condições de trabalho. As doenças ocupacionais são aquelas

que resultam diretamente das condições de trabalho e causam incapacidade para o exercício da profissão ou morte.

Em 2006, foram registrados 26.645 casos de doenças ocupacionais na Previdência Social, com uma estimativa de 45% por LER/DORT, valor este subestimado se considerarmos que os números não englobam autônomos e informais, pois somente são contabilizados os eventos registrados e ocorridos entre os trabalhadores segurados – com carteira assinada. Longen descreve que a grande quantidade de trabalhadores informais no Brasil, exerce também uma grande influência nos dados oficiais sobre LER/DORT.

Por não estarem oficialmente reconhecidos, esses trabalhadores ficam fora das estatísticas, isso é mais um fator de grande influência para que os dados oficiais sejam contestados. Além do mais, a desinformação dos trabalhadores sobre os seus direitos, a morosidade do processo, o despreparo das equipes de saúde e o medo do desemprego também reduzem o percentual de casos notificados às autoridades.

Atualmente, LER/DORT são alguns dos principais problemas de saúde pública e responsáveis por quase 90% dos afastamentos de trabalho. Segundo Garcia et al. os DORT ocupam o primeiro lugar entre as doenças ocupacionais, apresentando uma tendência mundial de aumento da incidência desses distúrbios.

O requerimento de trabalhadores com essas patologias vem gerando polêmica entre os profissionais de saúde, pois muitas vezes é realizado um diagnóstico por profissionais que desconhecem os fatores da lesão, sua fisiopatologia e consequências sociais.

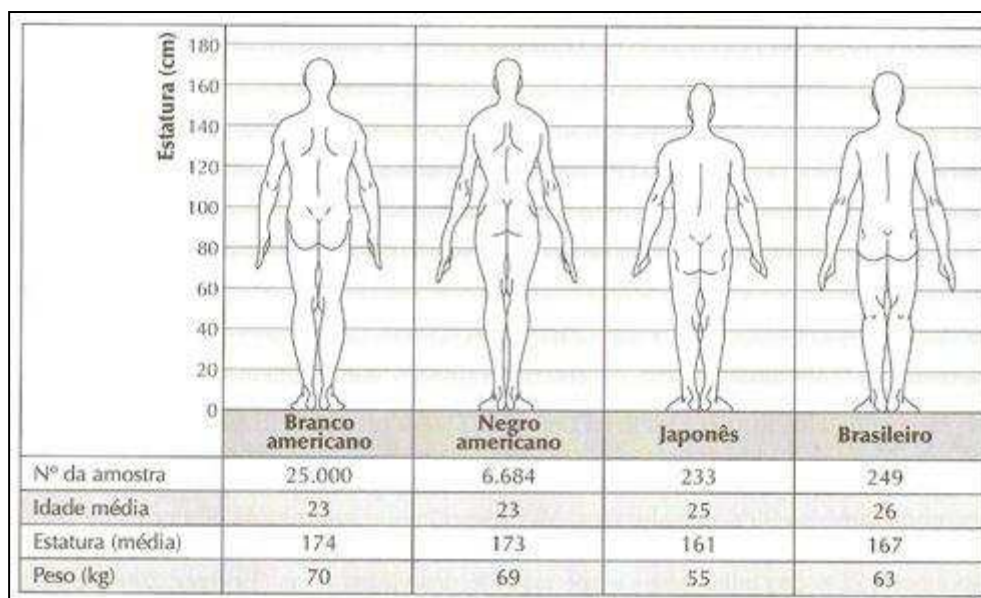
Na caracterização da exposição aos fatores de risco, alguns elementos são importantes como a região anatômica exposta, intensidade, organização temporal da atividade - a duração do ciclo de trabalho, distribuição das pausas ou a estrutura de horários e por fim, o tempo de exposição a esses fatores. Quando retratamos os sinais e sintomas das LER/DORT, existe uma gama diversificada de sinais, sendo o mais frequente a dor.

2.2 ANTROPOMETRIA E SUA UTILIZAÇÃO NA ERGONOMIA

A Antropologia é a ciência da humanidade com a preocupação de conhecer cientificamente o ser humano na sua totalidade (Marconi citado por SANTOS, 1997). A antropologia física ou biológica estuda a natureza física do homem, origem, evolução, estrutura anatômica, processos fisiológicos e as diferenças raciais das populações antigas e modernas.

Nesta situa-se a antropometria, com o objetivo de levantar dados das diversas dimensões dos segmentos corporais (SANTOS, 1997). A figura 1 mostra as diferenças entre as proporções corporais.

Figura 1- Diferenças entre as proporções corporais de indivíduos de diferentes etnias



Fonte: Iida (2005).

De acordo com Pequini (2005), “os dados antropométricos definem as medições de tamanho, peso e proporção do corpo humano aplicáveis a um correto dimensionamento de projetos de produtos, equipamentos e postos de trabalho”. Segundo a autora, com o passar do tempo a necessidade de encontrar medidas mais exatas do ser humano foi crescendo cada vez mais. Hoje, para o desenvolvimento de produtos ergonômicos faz-se necessária a aplicação corretadas dimensões humanas. Isso vem proporcionando uma crescente aplicação da Antropometria à Ergonomia.

A mesma autora ainda salienta, que a necessidade de estabelecer relações espaciais em coordenadas tri-dimensionais, envolvendo alcances e profundidades, desenvolveu-se como característica da aplicação da Antropometria à Ergonomia. Para Pequini (2005), o ergônomo deve entender não só do comprimento e da largura das partes do corpo, como também onde elas se localizam quando da atividade humana, demonstrando assim, que a Antropometria é base fundamental para o desenvolvimento do trabalho ergonômico.

Segundo Minetti et al (2002) na Ergonomia são encontrados dois tipos de dimensões antropométricas: estáticas e dinâmicas, no qual as dimensões estáticas estão relacionadas as medidas físicas do corpo parado, enquanto a dinâmica são as medidas do corpo em movimento.

Além disso, Iida (1990) afirma que para se aplicar corretamente os dados, é preciso avaliar os fatores que influenciam os dados antropométricos: raça, etnia, dieta, saúde, atividade física, postura, posição do corpo, vestuário, horário do dia, etc.

Para Norton e Olds (2005), “a antropometria é de vital importância para a ergonomia”. Oliveira et al (1998), afirma que a Antropometria tem um papel de extrema importância dentro do contexto ergonômico, pois através dela, é possível adequar os postos de trabalho em relação ao trabalhador que nele atua. O autor ainda salienta que a Antropometria é uma parte importante e funcional da Ergonomia, que tem como um dos seus principais objetivos, contribuir na concepção ergonômica.

A contribuição da ciência das medidas tem sido comentada muito na história das civilizações. Segundo ROEBUCK (1975), ao estatístico belga Que telet é creditada a fundação da ciência e a invenção do próprio termo “antropometria” com a publicação em 1870 da sua obra Antropometrie que constitui a primeira pesquisa somatométrica em grande escala.

A antropometria tem as suas origens na antropologia física que como registro e ciência comparada remonta-se às viagens de Marco Polo (1273-1295), que revelou um grande número de raças humanas diferentes em tamanho e constituição e na antropologia racial comparativa inaugurada por Linné, Buffon e White no século XVIII, e demonstrava que haviam diferenças nas proporções corporais de várias raças humanas (PANERO e ZELNIK, 1991; ROEBUCK, 1975).

No final do século XIX e início do século XX observou-se o desenvolvimento e a ampliação do interesse por estudos detalhados do homem vivo e as suas marcas no esqueleto.

As estatísticas fornecidas pelos médicos militares de recrutas são de especial interesse pois relacionam as dimensões corporais com a ocupação (antropologia ocupacional). São notáveis os estudos realizados durante a Guerra Civil Americana, Primeira e Segunda Guerra Mundial.

A área deste trabalho que envolve as dimensões corporais foi chamada por Randall de antropologia física aplicada (ROEBUCK, 1975). A necessidade da integração das ciências da vida para aplicações de engenharia foi colocada em evidência durante a Segunda Guerra Mundial que criou uma nova série de problemas que envolvem o homem, a máquina e o meio ambiente. Em adição a tais problemas como a definição das dimensões de roupas para a tropa, um grande número de acidentes na operação de aeronaves apontou a necessidade do estudo das suas causas.

Diversos profissionais foram consultados para estudar as ações do homem sob o estresse de voar e encontraram que a complexidade dos modernos equipamentos militares foi concebida fora das capacidades do homem para operá-los.

Ao se projetar um produto deve-se pensar que os consumidores podem estar espalhados por muitos países. Embora não existam medidas confiáveis para a população mundial, grande parte das medidas disponíveis são oriundas de contingentes das forças armadas o que limita bastante pois esta população caracteriza-se por ser predominantemente do sexo masculino, na faixa dos 18 aos 30 anos e que atenderam aos critérios para recrutamento militar como peso e estatura mínimos (ROEBUCK, 1975; IIDA, 1991; PANERO e ZELNIK, 1991).

A Revolução Industrial focou suas atividades no mercado de massas e as medidas de saúde de massas, isto, devido à necessidade de aplicar as medidas do homem para desenvolvimento de produtos para a produção em massa. A noção de “normalidade” na proporção e tamanho foi gradualmente substituída por tabelas estatísticas.

Desde 1940 a 1970 houve um aumento significativo da necessidade das dimensões corporais na área industrial. Esta tendência tem sido particularmente forte na indústria aeronáutica, onde peso e tamanho constituem fatores críticos na performance e economia das aeronaves (ROEBUCK, 1975). Sempre que possível e justificável, deve-se realizar as medidas antropométricas da população para a qual está sendo projetado um produto ou equipamento, pois equipamentos fora das características dos usuários podem levar a estresse desnecessário e até provocar acidentes graves. Normalmente as medidas antropométricas são representadas pela média e o desvio padrão, porém a utilidade dessas medidas depende do tipo de projeto em que vão ser aplicadas (IIDA, 1991).

Existem inúmeros dados antropométricos que podem ser utilizados na concepção dos espaços de trabalho, mobília, ferramentas e produtos de forma geral, na maioria dos casos pode-se utilizá-los no projeto industrial (SANTOS, 1997). Contudo, devido a abundância de variáveis, é importante que os dados sejam os que melhor se adaptem aos usuários do espaço ou objetos que se desenham. Por isso, há necessidade de se definir com exatidão a natureza da população que se pretende servir em função da idade, sexo, trabalho e raça.

Muitas vezes quando o usuário é um indivíduo ou um grupo reduzido de pessoas e estão presentes algumas situações especiais, o levantamento da informação antropométrica é importante, principalmente quando o projeto envolve um grande investimento econômico (PANERO e ZELNIK, 1991).

A antropometria possui uma importância muito grande no planejamento do posto de trabalho e no desenvolvimento de projetos de ferramentas e equipamentos. As relações entre

antropometria clássica, a biomecânica e engenharia antropométrica são tão estreitas e inter-relacionadas que é difícil e muitas vezes desnecessário delimitá-las. A antropologia física é obviamente a base para cada uma delas e a designação do ambiente humano para atender as suas dimensões e atingir as suas capacidades é o resultado (ROEBUCK, 1975).

Em todas essas atividades, o problema básico será a definição numérica da forma humana e as características físicas que estão relacionadas com a engenharia antropométrica.

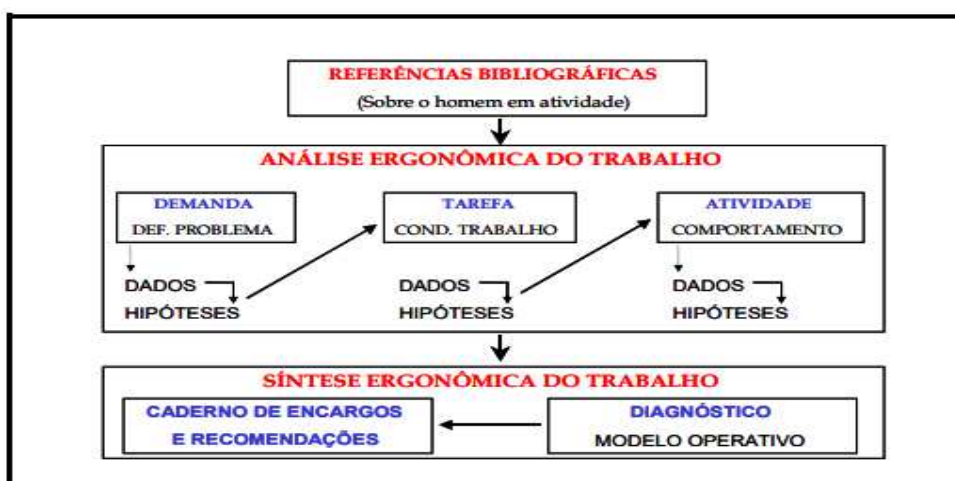
2.3 FERRAMENTAS DE ANÁLISE ERGONÔMICA

2.3.1 AET – (Análise Ergonômica do Trabalho)

A NR-17 determina que cabe ao empregador realizar um estudo detalhado dos postos de trabalho a fim de detectar os fatores de riscos ocupacionais existentes e ser capaz de fornecer subsídios para as soluções ergonômicas destes locais de trabalho, adequando-o à legislação. A esse estudo dá-se o nome de Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

De maneira geral, pode-se representar graficamente as três grandes etapas do estudo, conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Esquema das etapas de uma análise ergonômica do trabalho



Fonte: Xavier (2012).

A primeira etapa exige do analista um razoável conhecimento teórico das relações entre o homem e o trabalho. Para tanto, o mesmo deve recorrer a uma revisão bibliográfica sobre o assunto, buscando informações em livros, artigos e revistas especializadas (XAVIER, 2012).

A segunda etapa consiste na Análise Ergonômica do Trabalho, propriamente dita. De acordo com Santos (1997), esta etapa é composta basicamente por três fases, que devem ser

abordadas de forma cronológica para garantir uma coerência metodológica e evitar transtornos, são elas:

- Análise da demanda - que é a definição do problema em análise;
- Análise da tarefa - é o que o trabalhador deve realizar e as condições ambientais, técnicas e organizacionais desta realização;
- Análise das atividades - é o que o trabalhador, de fato, realiza para executar a tarefa. É a análise do comportamento do homem no trabalho.

A terceira etapa, de acordo com Xavier (2012), consiste na Síntese Ergonômica do Trabalho, composta por duas fases:

- Estabelecimento do diagnóstico da situação de trabalho;
- Elaboração de recomendações ergonômicas.

As conclusões de uma análise ergonômica têm a finalidade de orientar e promover modificações que visem a melhoria das condições de trabalho sobre os pontos críticos que foram evidenciados, desta forma contribuir para a melhora da produtividade bem como na qualidade dos produtos ou serviços que serão produzidos ou realizados. Esta fase de elaboração de recomendações é a razão de ser da análise ergonômica do trabalho (SANTOS, 1997, p. 25).

2.3.3 Método Rula (Rapid Upper Limb Assessment)

O método RULA (Rapid Upper limb assessment) é um instrumento ágil e veloz 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, este método deve ser utilizado em um contexto de avaliação ergonômica geral. Essa afirmação parece evidente pelo fato que o output principal do método é aquele de identificar a necessidade de uma análise mais profunda do risco com outros métodos, portanto é um instrumento de investigação genérica como o de outros *checklist*.

O determinante de risco ergonômico nesse método 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 1 (um), correspondente ao intervalo de movimento ou postura de trabalho onde o fator de risco correlato é mínimo até ao valor 9 (nove) onde o fator de risco correlato é máximo, esta pontuação é fundamentada na literatura especializada em biomecânica ocupacional. Essa está expressa na tabela 1.

Quadro 1 - Nível de intervenção para os resultados do método Rula

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

Fonte: Autor (2018).

Segundo Colombini (2005) não foi conduzida uma análise dose-resposta entre a pontuação final RULA e os distúrbios dos membros superiores e pescoço. Esta análise foi conduzida somente nas pontuações das posturas partindo do conceito que uma pontuação igual a 1 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 chamados 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 método 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 por peritos ou ergonomistas (COLOMBINI, 2005).

2.4 BIOMECÂNICA

A biomecânica preocupa-se com a determinação das forças internas e as consequências resultantes dessas forças, além de ser uma ciência que aborda e estuda as posturas dos indivíduos, a mecânica do movimento humano as posições adotadas (VIDAL, 2000, FALZON, 2007, GRANDJEAN, 1980, IIDA, 2003).

Visando substanciar e delimitar suas descobertas, a biomecânica faz uso da Anatomia, da Fisiologia e da Mecânica, ou seja, para se desenvolver um estudo biomecânico necessitar-se-á da contribuição destas três ciências: anatomia, fisiologia e mecânica.

A Anatomia é a ciência que estuda as formas e as estruturas dos seres vivos. A Fisiologia é a ciência que estuda o funcionamento de todas as partes do organismo vivo, bem como do organismo como um todo (GUYTON, 1988). A Mecânica é a ciência que descreve e prediz as condições de repouso ou de movimento de corpos sob a ação de forças. Por sua vez, a Cinética

estuda as forças associadas ao movimento do corpo e, a Cinemática a estuda o movimento do corpo em relação ao tempo, à sua trajetória, à sua velocidade e, à sua aceleração.

O objeto de estudo da Biomecânica é o sistema gestual, isto é, o movimento. Este estudo do sistema gestual consiste na análise da interação do corpo, que realiza a ação, com o meio envolvente (VIDAL, 2000, GRANDJEAN, 1980, IIDA, 2003).

A biomecânica está relacionada com as atividades exercidas pelo homem no trabalho que possam lhe trazer consequências como lesões musculares, dores, fadiga, estresses entre outros. Muitos equipamentos utilizados nos postos de trabalho podem não estar de acordo com sua funcionalidade trazendo prejuízos ao trabalhador. São riscos que muitas vezes podem ser solucionados facilmente com ajuda profissional adequada (PINHEIRO e FRANÇA, 2006, p. 53).

O corpo humano precisa estar preparado para exercer a função desejada. Existe uma necessidade de adaptação do metabolismo que demora cerca de 2 a 3 minutos para que esteja preparado para as requisições da futura tarefa. Se o indivíduo despreparado dá início a atividade pode ocorrer falta de oxigênio causando um desequilíbrio fisiológico, dependendo das atividades exercidas (IIDA, 2005, p. 160).

2.5 TRABALHO ESTÁTICO X TRABALHO DINÂMICO

De acordo com Couto (1995), o organismo humano possui características mecânicas que o permitem desenvolver pouca capacidade de força física no trabalho, uma vez que o sistema osteomuscular o habilita a desenvolver movimentos de grande velocidade e de grande amplitude, porém contra pequenas resistências.

Para realizar um determinado movimento, diversas combinações de contrações e descontrações podem ser utilizadas onde cada uma terá diferentes características de velocidade, precisão e força. Essa combinação de músculos para efetuar o movimento é que determinará características e custos energéticos diferentes (IIDA, 1990).

Iida (1990) descreve o trabalho estático como um tipo de trabalho que exige a contração contínua de alguns músculos para manter uma determinada posição enquanto que Grandjean (1998), refere que o trabalho dinâmico se caracteriza por uma sequência rítmica de contração e descontração, ou seja, tensão e relaxamento do músculo em atividade.

A nutrição muscular ocorre no período de relaxamento, uma vez que com o esforço muscular, a pressão interna do músculo ultrapassa o valor da pressão arterial do sangue,

ocorrendo uma vasoconstricção (“fechamento” dos vasos) os vasos que nutrem os músculos (COUTO, 1995).

Na contração dinâmica, ao ocorrer a contração muscular, o músculo deixa de receber sangue, porém no relaxamento, quando o músculo se alonga o fluxo sanguíneo volta ao normal. No trabalho estático, Deliberato (2002), informa que não existe mecanismo que facilite a circulação sanguínea por ação da “bomba muscular”, uma vez que o músculo contrai e permanece contraído, comprimindo os vasos sanguíneos musculares por um período maior de tempo.

O autor afirma que essas características criam uma dificuldade adicional tanto para a nutrição do músculo como para a retirada dos resíduos metabólicos, favorecendo conseqüentemente a fadiga muscular. Complementando essas afirmativas, Grandejean (1998) relata que quando comparado com o trabalho dinâmico, o trabalho muscular estático leva a um consumo maior de energia, frequências cardíacas maiores, períodos de restabelecimento mais longos, sendo proveniente da deficiência de oxigênio, que levará conseqüentemente a depressão do grau de eficiência muscular.

Sendo assim, o trabalho estático é um trabalho altamente fatigante devendo ser evitado sempre que possível, podendo-se utilizar pausas curtas durante a realização da atividade, favorecendo assim, um relaxamento muscular e alívio da fadiga.

2.6 FATORES HUMANOS NO TRABALHO

Existem características do organismo humano que influenciam no desempenho do trabalho, como por exemplo, a monotonia, fadiga, motivação, idade, sexo, deficiências físicas, entre outros. Sabe-se que em determinados dias e horas, o organismo mostra-se mais competente ao executar o trabalho, além da produtividade ser maior, o risco de acontecer alguma intercorrência diminui.

No trabalho humano existem vários fatores que podem ser favoráveis no condicionamento para um bom desempenho em suas atividades. Os mais importantes são, ritmo circadiano, alimentação, ritmo biológico, sono (IIDA, 2005, p. 342).

Estar preparado para o trabalho é de grande importância para o ser humano e ao ambiente, pois assim estará diminuindo os riscos de acidentes no trabalho. Quando o indivíduo trabalha em uma atividade pesada, é aconselhável um pré-aquecimento, para que seu corpo esteja preparado para as diversas transformações fisiológicas que vão ocorrer (PINHEIRO e FRANÇA, 2006, p. 4).

A fadiga é um fator determinante na produtividade laboral de um indivíduo. Existe a fadiga muscular e a fadiga generalizada. A primeira se caracteriza por um evento agudo, dolorido, localizado, enquanto que a fadiga generalizada se manifesta como um sentimento difuso, acompanhado de inércia e falta de vontade para executar tarefas (VIEIRA, 2008, p. 372). Ainda segundo Vieira (2008, p. 372), a fadiga muscular provoca a diminuição da força e do rendimento do músculo e caracteriza-se pela demora na execução dos movimentos, o que explica a dificuldade na coordenação senso motora, com isso, aumentando o risco de ações erradas, chamadas de atos inseguros.

Um ambiente pobre e sem estímulos, pode causar monotonia no trabalhador, este sente sonolência, fadiga, diminui sua vigilância. Repetir alguma função por muito tempo, pode causar monotonia, ouvir uma aula com o professor usando o mesmo tom de voz também pode causar monotonia. A monotonia pode causar redução na capacidade física e mental do trabalhador (IIDA, 2005, p. 362).

A motivação é importante para que o funcionário seja impulsionado a realizar suas tarefas. Cada ser humano tem suas próprias características, que o incentiva a ir diretamente em seus propósitos durante algum tempo. Os motivos são intrínsecos, não podem ser vistos nem medidos. A motivação pode estar relacionada com sua decisão de realizar o trabalho (PINHEIRO e FRANÇA, 2006, p. 8).

2.7 PDP (PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS)

O desenvolvimento de produtos pode ser definido como a transformação de uma oportunidade de negócio e um conjunto de premissas sobre uma ou mais tecnologias em um produto aplicável para o mercado (KRISHNAN; ULRICH, 2001). Além disso, envolve atividades de lançamento, acompanhamento e descontinuidade do produto, permitindo a realização de eventuais mudanças necessárias e o envolvimento da empresa com as lições aprendidas ao longo do ciclo de vida do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006). Um modelo de referência é uma representação externa e explícita da realidade limitado ao propósito e ao ponto de vista da pessoa que o utilizará com o objetivo de expor as melhores práticas e apoiá-la na execução de tarefas relacionadas a esta realidade, sejam operacionais ou gerenciais (BARBALHO, 2006).

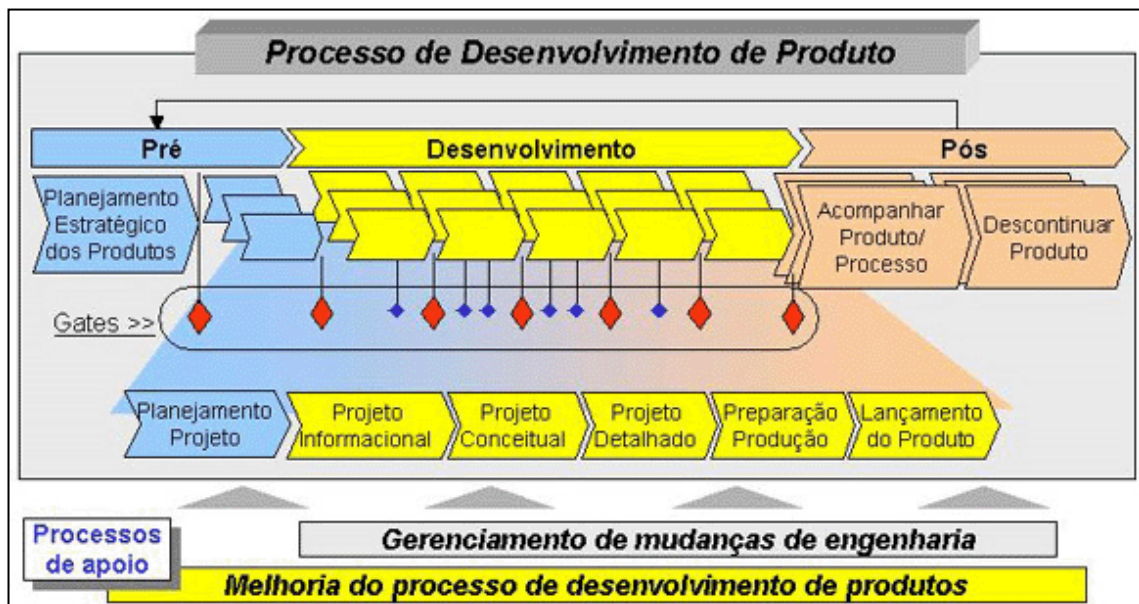
A abordagem utilizada neste trabalho para o modelo de referência do PDP é a explicitada por Rozenfeld et al. (2006), que divide o PDP nas macrofases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Basicamente, o pré-desenvolvimento objetiva

garantir que o direcionamento estratégico da empresa, as oportunidades, ideias e restrições sejam sistematicamente mapeados para definir o portfólio de projetos que serão desenvolvidos.

A macrofase de desenvolvimento se inicia com a caracterização e a definição das especificações-meta do produto. Em seguida, métodos de criação auxiliam a gerar as concepções e as alternativas de solução para o problema do produto. O time de desenvolvimento pratica inúmeros testes, gera protótipos, realiza eventuais homologações e certificações para aprovar o produto final. Assim, prepara-se a produção e o produto é lançado no mercado.

Nas publicações mais tradicionais, e mesmo em muitas empresas, o final da macrofase de desenvolvimento representa o final do PDP. O modelo de Rozenfeld *et al.* (2006) entende que uma empresa que acompanha o produto e programa a sua retirada do mercado, além de estar mais preparada para realizar eventuais alterações, gera conhecimento que serve de referência para desenvolvimentos futuros. Este é o papel da macrofase de pós-desenvolvimento. A figura 3 ilustra estas macrofases e suas fases.

Figura 3 -Macrofases e fases do PDP

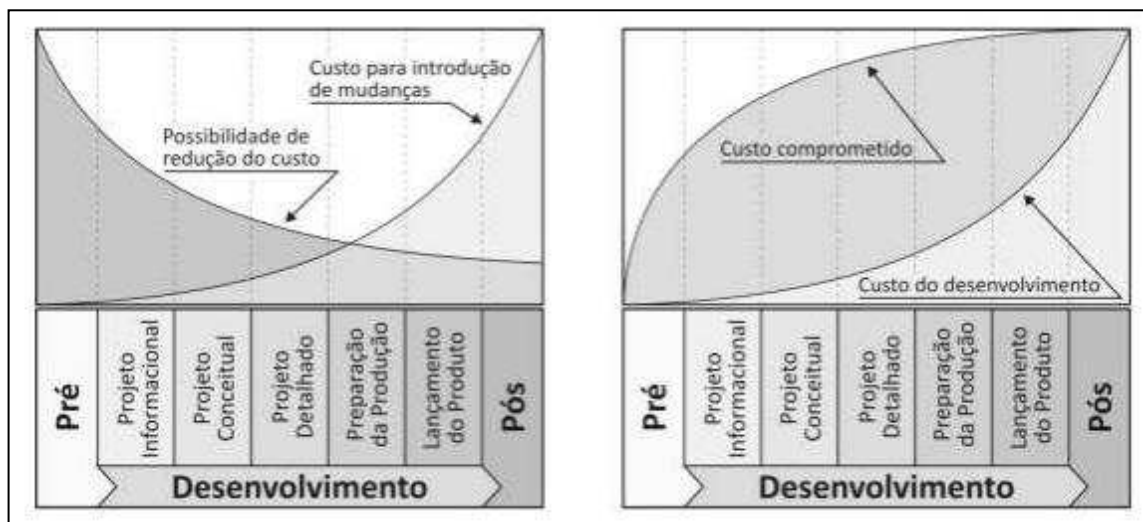


Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006).

As fases iniciais são as mais importantes no processo de desenvolvimento de novos produtos (BAXTER, 2000). É no início do processo que são definidas as principais soluções e as especificações do produto. Depois da definição dos materiais, tecnologia, processos de fabricação e principais soluções construtivas, resta ao time de desenvolvimento: determinar as tolerâncias; detalhamentos; construir e testar o protótipo; a campanha de marketing; assistência técnica etc.

Entretanto, são nas fases iniciais que predominam o maior número de incertezas nas decisões. A qualidade da realização das fases iniciais do PDP influencia diretamente na eficiência do processo e no sucesso do produto (KRISHNAN; ULRICH, 2001; MILLSON; WILEMON, 2006). Observando as curvas na figura 4 pode-se dizer que enquanto o orçamento é comprometido em quase sua totalidade nas fases iniciais do PDP, o custo do desenvolvimento e de modificações no projeto aumentam de maneira exponencial a partir da fase de projeto detalhado. Assim, é possível afirmar que as fases iniciais têm como característica um baixo custo e alto benefício, ao contrário das fases finais, que possuem alto custo e baixo benefício ao processo. Nesta pesquisa a ênfase será dada a fase de projeto conceitual. A figura 4 ilustra a importância das fases iniciais do PDP.

Figura 4 -Custos e benefícios nas diferentes fases do PDP



Fonte: Adaptado de Baxter (2000).

2.8 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Segundo Iida (2005), o desenvolvimento de produtos envolve um conjunto de atividades que leva uma empresa ao lançamento de novos produtos ou ao aperfeiçoamento daqueles existentes. O processo geralmente se inicia com a tomada de decisões estratégicas, pela alta administração da empresa.

No desenvolvimento de produtos é necessário que aja a participação de diversos profissionais. Cada um contribuindo e somando habilidade e conhecimentos afim de agregar valor ao desenvolvimento e execução do projeto. E o profissional da ergonomia tem participação essencial nessa equipe.

2.8.1 Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos

Segundo Iida (2005), em qualquer projeto de produto, é importante saber o que os consumidores querem, quais são as características que eles valorizam e quanto estão dispostos a pagar.

O processo de desenvolvimento de produtos depende muito da organização da empresa e sua objetiva como desenvolvedora. Algumas empresas enfatizam características técnicas, enquanto outras, aquelas ergonômicas ou estéticas. Outras, ainda, concentram-se na redução dos custos, mesmo com o sacrifício da qualidade. Em alguns casos, empresas simplesmente copiam as ideias de outras empresas sem ao menos saber o real objetivo e finalidade da mesma.

Os especialistas em ergonomia geralmente responsabilizam-se pelas seguintes atividades (Haubner, 1990):

- Analisar e descrever as tarefas e características dos usuários do sistema;
- Elaborar propostas para interfaces e alternativas para melhorar a usabilidade;
- Contribuir para avaliar o produto do ponto de vista ergonômico, tanto do hardware como do software.

Podemos compreender melhor sua participação nas fases do desenvolvimento no Quadro 2:

Quadro 2 - Participação da ergonomia nas diversas etapas do desenvolvimento de Produtos

Etapas	Atividades gerais	Participação da ergonomia
<i>Definição</i>	Examinar as oportunidades Verificar as demandas Definir objetivos do produto Elaborar as especificações Estimar custo/benefício.	Examinar o perfil do usuário Analisar os requisitos do produto.
<i>Desenvolvimento</i>	Analisar os requisitos do sistema Esboçar a arquitetura do sistema Gerar alternativas de soluções	Analisar as tarefas/atividades Analisar a interface - informações

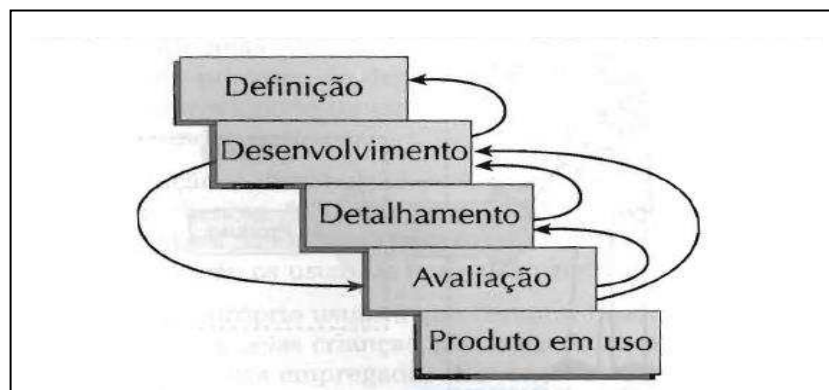
	Desenvolver o sistema.	- controles
<i>Detalhamento</i>	Detalhar o sistema Especificar os componentes Adaptar as interfaces Detalhar os procedimentos de Teste.	Acompanhar os detalhes.
<i>Avaliação</i>	Avaliar o desempenho Comparar com as especificações Fazer os ajustes necessários	Testar a interface com o usuário
<i>Produto em uso</i>	Prestar serviço pós-venda Adquirir experiências para outros Projetos	Realizar estudos de campo junto aos usuários e consumidores

Fonte: Adaptado Iida (2005).

De uma forma geral, o processo de desenvolvimento de produtos pode ser representado como ser observado na figura 5. A cada etapa, poderá haver um retorno à fase anterior. Por exemplo, durante o detalhamento, pode ser que um componente previsto não esteja disponível e, então, é necessário retroceder para a etapa de desenvolvimento e modificar o projeto.

Desse modo, a contribuição do ergonomista inicia-se com a definição das especificações do produto e, prossegue durante todas as etapas do desenvolvimento e chega até a etapa final de avaliação do produto em uso.

Figura 5 - Etapas do desenvolvimento de produtos



Fonte: Iida (2005).

3 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa é um processo sistemático de desenvolvimento do método científico de forma a encontrar soluções para problemas. A pesquisa deve ser utilizada quando não existem informações suficientes para a resolução de problemas ou quando as informações estão desordenadas impedindo a adequada relação com o problema (GIL, 1999).

Esta pesquisa pode ser classificada como estudo de caso, pois foi realizada análise de uma atividade desenvolvida por operadores reais. Também pode ser classificada como aplicada tendo em vista que a partir dos dados obtidos pôde-se desenvolver uma possível solução posteriormente exposta a avaliação pelos operadores.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para levantar informações e conceitos afim de fornecer a base de sustentação a respeito do tema abordado.

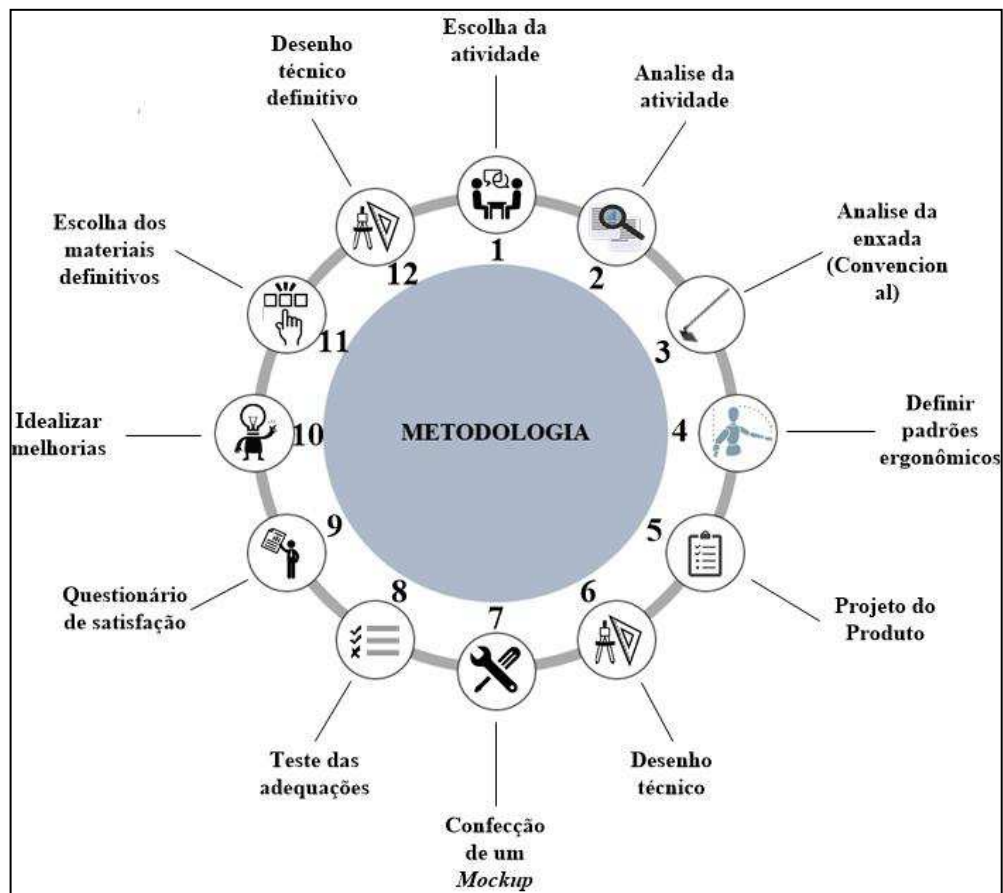
Em um segundo momento, foram examinadas quais eram as condições reais do posto de trabalho em estudo, utilizando-se o método RULA. Esse método tem como finalidade avaliar situações que possam levar os indivíduos a riscos de disfunções, relacionadas a posturas extremas, força excessiva e atividades musculares (esforços repetitivos), dando ênfase nos membros superiores (BAÚ, 2002; LUEDER 1996; DIEGO-MÁS e CUESTA, 2007).

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho em questão parte de uma iniciativa desenvolvida no ano de 2014 na disciplina de Ergonomia, oferecida pelo curso de Engenharia de Produção, onde na etapa final da aprendizagem a turma tinha como desafio desenvolver produtos ergonomicamente estruturados para auxiliar na execução de atividades específicas.

Então, a partir da escolha de uma atividade e identificação da necessidade de intervenções ergonômicas na mesma pode-se pôr em pratica o desenvolvimento do produto seguindo as atividades realizadas de acordo com a Figura 6:

Figura 6 – Diagrama de Procedimentos Metodológicos.



Fonte: Autor (2018).

Todas as etapas desse processo criativo foram de total importância para a concepção dos resultados. O quadro 3 descreve a execução das etapas.

Quadro 3 - Descrição dos Procedimentos Metodológicos

ETAPA	DESCRIÇÃO
<p>Escolha da atividade</p>	<p>Diante a tantas opções de atividades pobres do ponto de vista ergonômico. As atividades desenvolvidas no campo, em particular a de capina, nos despertou interesse por ser muito comum e presente na região do cariri.</p>

<p>Análise da atividade</p>	<p>A atividade de capinar foi exposta a análises para comprovação da necessidade de intervenções a curto prazo. Para essa análise utilizamos o método RULA, que se mostrou prático e objetivo.</p>
<p>Análise da enxada (Convencional)</p>	<p>A enxada convencional (ferramenta utilizada na execução da atividade de capina) foi submetida a análise para identificar suas características crítica se entender como esta ferramenta pode expor deus usuários a situações ergonômicas incorretas.</p>
<p>Definir padrões ergonômicos</p>	<p>Após análise da atividade e da ferramenta utilizada, foi possível definir as intervenções ergonômicas necessárias para que o novo produto proporcione melhores condições na pega e postura adotada pelos usuários.</p>
<p>Projeto do Produto</p>	<p>Foi desenvolvido um projeto preliminar no qual foram definidos o público alvo, características desejáveis, finalidade do produto, proposta de valor e descrição técnica e a escolha dos materiais para confecção de um <i>Mockup</i>.</p>
<p>Desenho técnico</p>	<p>Após definição do novo produto, o mesmo foi desenhado graficamente com o auxílio do AutoCAD 2014. Isso possibilitou uma pré-visualização do produto.</p>
<p>Confecção de um <i>Mockup</i></p>	<p>Com base nas especificações do desenho técnico, foi confeccionado um <i>Mockup</i> para ser submetido a avaliação de usuários de enxada convencional.</p>

Teste das adequações	O <i>Mockup</i> foi posto à prova para avaliação das adequações desenvolvidas.
Questionário de satisfação	Foi aplicado um questionário para registrar o nível de satisfação de usuários que testaram o <i>Mockup</i> do produto proposto.
Definição de melhorias	Após avaliação do <i>Mockup</i> notou-se a necessidade de melhorias para que o produto permitisse maior exatidão nos ajustes. Garantindo assim, uma utilização mais prática e eficiente.
Escolha dos materiais definitivos	Após analisar diversas alternativas, chegou-se a definição dos materiais propostos para fabricação do produto definitivo. Levando em consideração as variáveis: peso, resistência e viabilidade econômica.
Desenho técnico definitivo	Uma vez definidas as melhorias, se foi necessário redesenhar o produto proposto para oferecer detalhes visuais.

Fonte: Autor (2018).

4 RESULTADOS

4.1 AVALIAÇÃO DO USO DA ENXADA CONVENCIONAL

As atividades que utilizam a enxada como ferramenta de trabalho são as que necessitam de avaliação e intervenção ergonômica a curto prazo. A má utilização da enxada faz com que o trabalhador se incline anteriormente, a adoção de posturas com inclinação anterior de tronco acarreta deterioração dos discos intervertebrais da região lombar, que pode justificar o quadro algico que o trabalhador prefere ao desenvolver a tarefa de capina. De acordo com Grandjean (1998) quando uma pessoa se curva até que o tronco fique horizontal, são exercidas fortes pressões sobre os discos intervertebrais da coluna lombar, através do efeito de alavanca.

Analisando um homem com 30 anos de idade que desempenha a atividade de capina, utilizando uma enxada convencional. Ele executa essa atividade utilizando dois movimentos, lançar e arrastar, com frequência de acordo com o quadro 4.

Quadro4 - Execução da atividade de capina

Movimento	Repetições/minuto
Lançar enxada	46
Arrastar enxada	46

Fonte: Autor 2018

Para executar os movimentos necessários, trabalhador assume uma postura de flexão de braços e pescoço acentuada, bem como flexo-extensão de punho, ao realizar a tarefa de capina como mostra a figura 7.

Figura 7 - Trabalhador capinando



Fonte: Pesquisa (2014)

O trabalhador alega sintomatologia dolorosa na região lombar e torácica da coluna vertebral. Segundo o mesmo, as dores surgem aproximadamente após uma hora e trinta minutos de trabalho. Levando em consideração uma jornada de trabalho de 8 horas se utilizando dessas posturas, o indivíduo no final do dia se encontrará com alto nível de fadiga e dores, e com o passar dos anos provavelmente irá acarretar problemas de saúde.

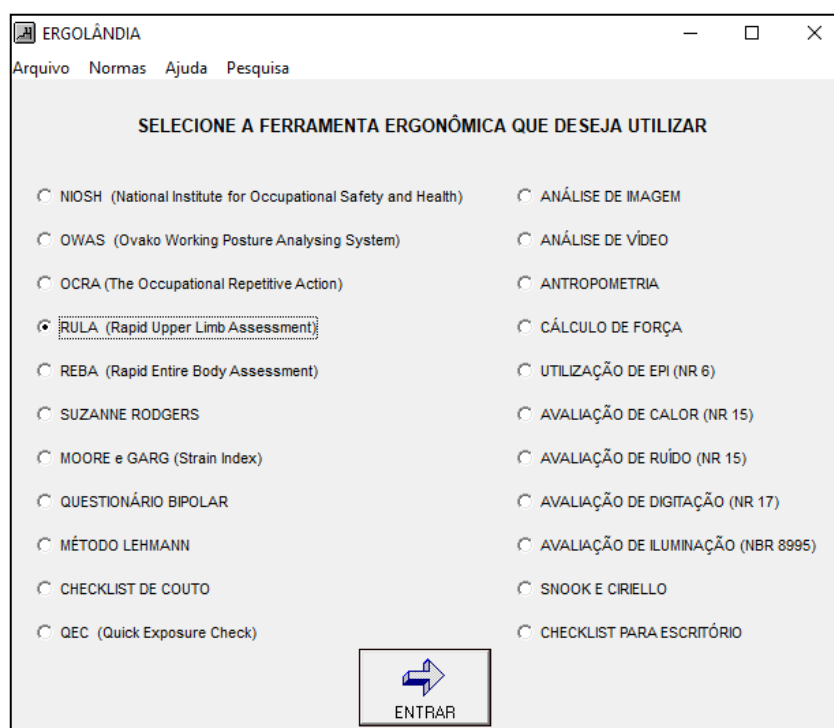
4.1.1 Aplicação do método RULA (enxada convencional)

Após a avaliação da atividade de capinar utilizando a enxada como ferramenta, ficaram evidentes quais as partes do corpo do trabalhador que estão submetidas a maior esforço e que conseqüentemente sofrerão maior desgaste devido as repetições frequentes de um mesmo movimento adotando a mesma postura.

Sabendo que os membros superiores são os mais afetados por essa atividade, então, o método de análise postural RULA se mostrou mais propício por ser um modelo que dá ênfase a essas regiões do corpo.

Para aplicação do método RULA, foi utilizado o *software* Ergolândia 6.0. Ele dispõe de uma interface simples e de fácil manuseio que permite uma análise rápida e eficiente por meio de opções de posturas pré-definidas. Como a figura 8 mostra, além do método RULA o Ergolândia disponibiliza diversas outras opções ferramentas para análise ergonômica.

Figura 8 -Janela principal do Ergolândia 6.0



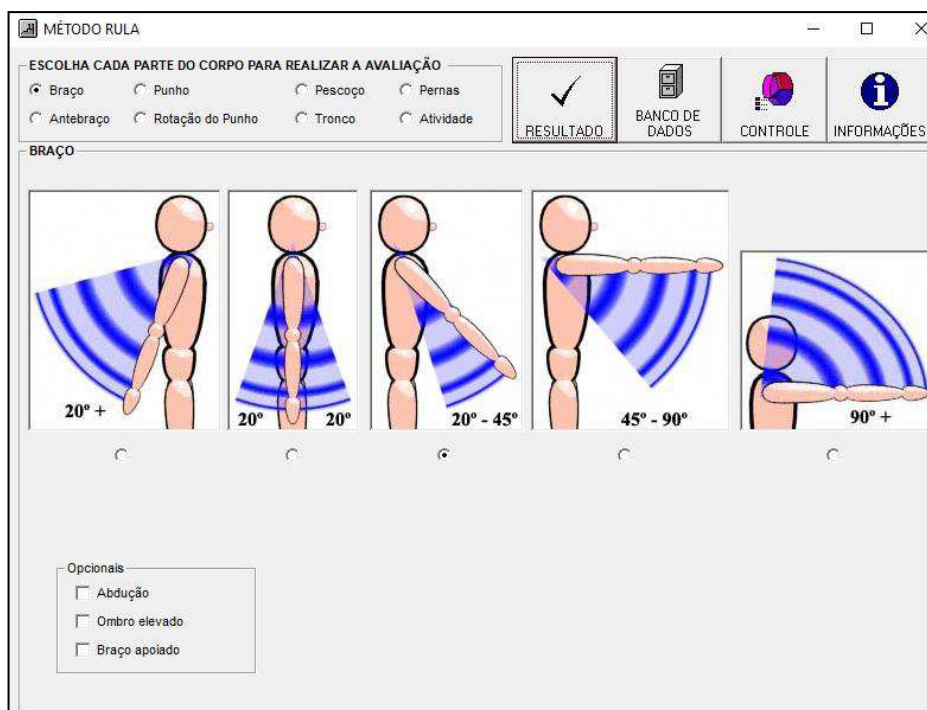
Fonte: Autor (2018).

Dando início a análise, a figura 9 mostra a primeira etapa da execução do método RULA, onde estão disponíveis exemplos de angulação da elevação dos braços que podem estar presentes na execução da atividade avaliada.

Com base na atividade em estudo, a terceira opção representa de melhor forma o que presenciamos na realidade. Onde o indivíduo apresenta elevação dos braços entre 20° - 45°

acima da posição neutra. Essa elevação aliada a uma atividade pesada, que exige um trabalho muscular elevado e movimentos repetitivos. Pode sim, provocar desgastes e lesões.

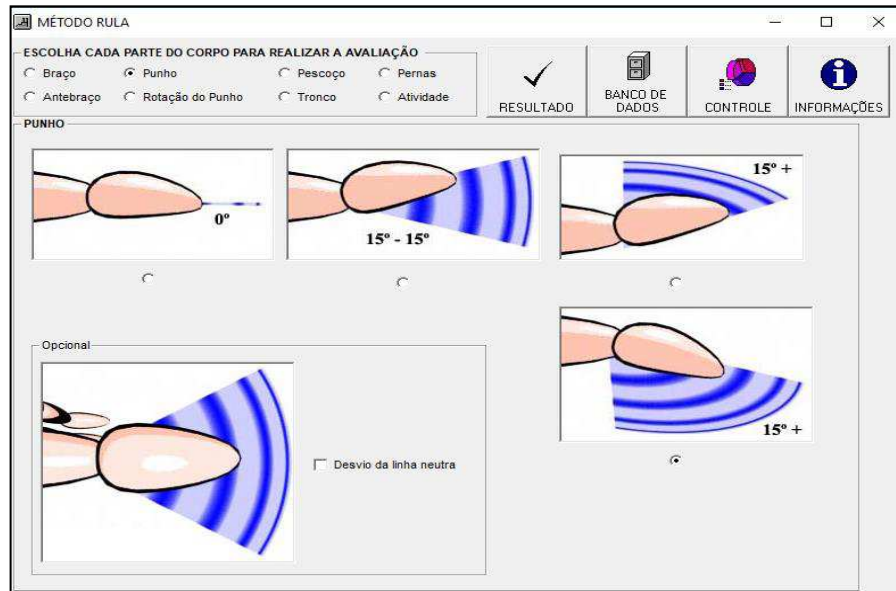
Figura 9– Etapa 1 (Braços)



Fonte: Autor (2018).

Na segunda etapa da avaliação, temos as possíveis situações de trabalho com inclinação de punhos, são movimentos que podem ocasionar lesões como LER e DORT. Para o trabalho com a enxada convencional o operador curva seus punhos com inclinação de 15° ou superior, abaixo do eixo, de acordo com a figura 10. Esse movimento sobrecarrega os tendões e provocam dores ao fim de um dia de trabalho.

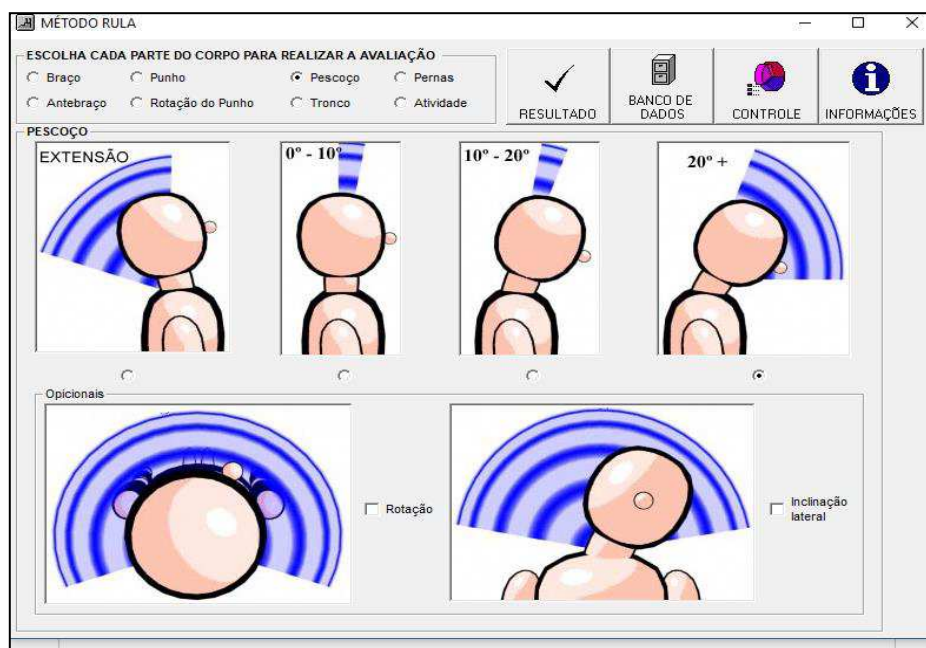
Figura 10 – Etapa 2 (Punho)



Fonte: Autor (2018)

A terceira etapa dispõe de uma análise da movimentação do pescoço do operador. Na atividade de capinar, o operador inclina seu pescoço para baixo e permanece assim durante 90% da jornada diária de trabalho. Então, a opção que melhor representa é a de inclinação de 20° inferior, como mostra a Figura 11.

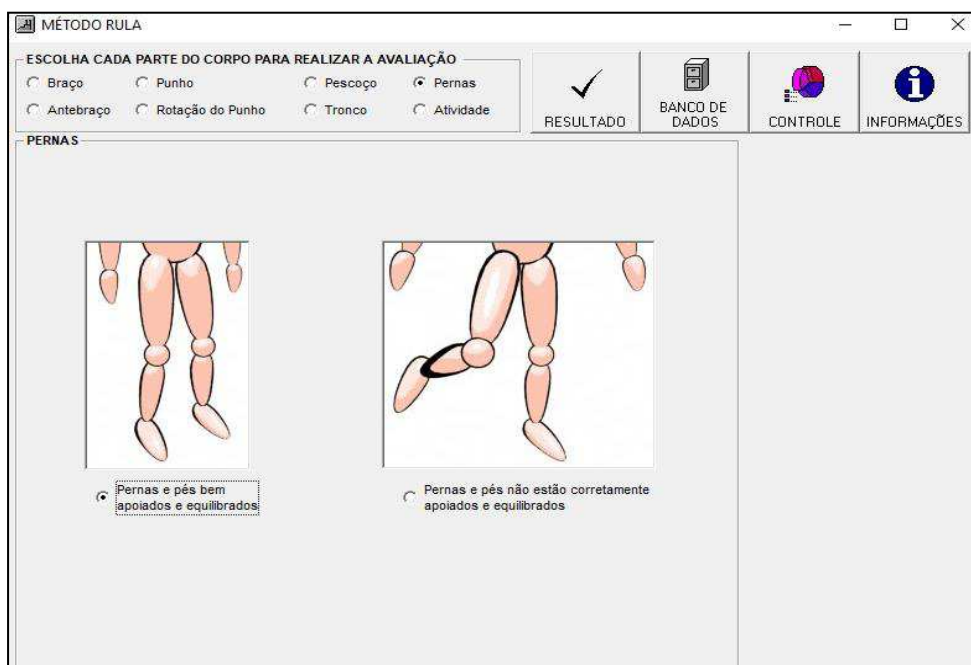
Figura 11 – Etapa 3 (Pescoço)



Fonte: Autor (2018)

A quarta etapa avalia o uso das pernas durante a execução da tarefa. O Ergolândia analisa se o indivíduo trabalha com os membros inferiores devidamente apoiados, equilibrando o corpo. Nesse ponto foi identificado que o trabalhador utiliza suas pernas e pés bem apoiados como representado na Figura 12.

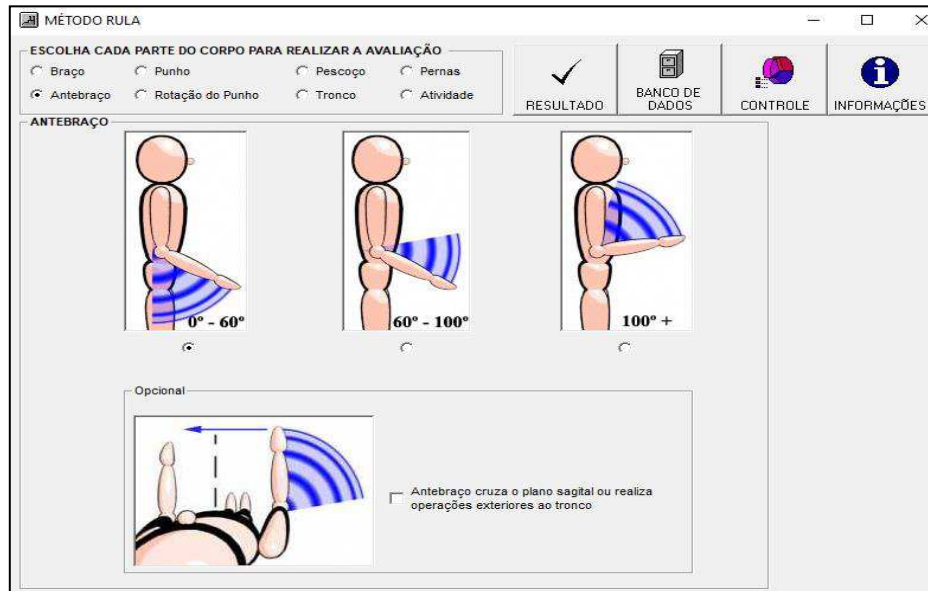
Figura 12 – Etapa 4 (Pernas)



Fonte: Autor (2018)

O quinto quesito avaliado é a movimentação do antebraço do operário. Nessa etapa foi identificado que o trabalhador executa a atividade elevando o antebraço a 60° acima do ponto de repouso, assim como expresso na figura 13. Em alguns momentos, dependendo da necessidade de lançar a enxada com mais intensidade, o trabalhador eleva o antebraço com angulação superior ao especificado na avaliação. Mas esse movimento não é predominante.

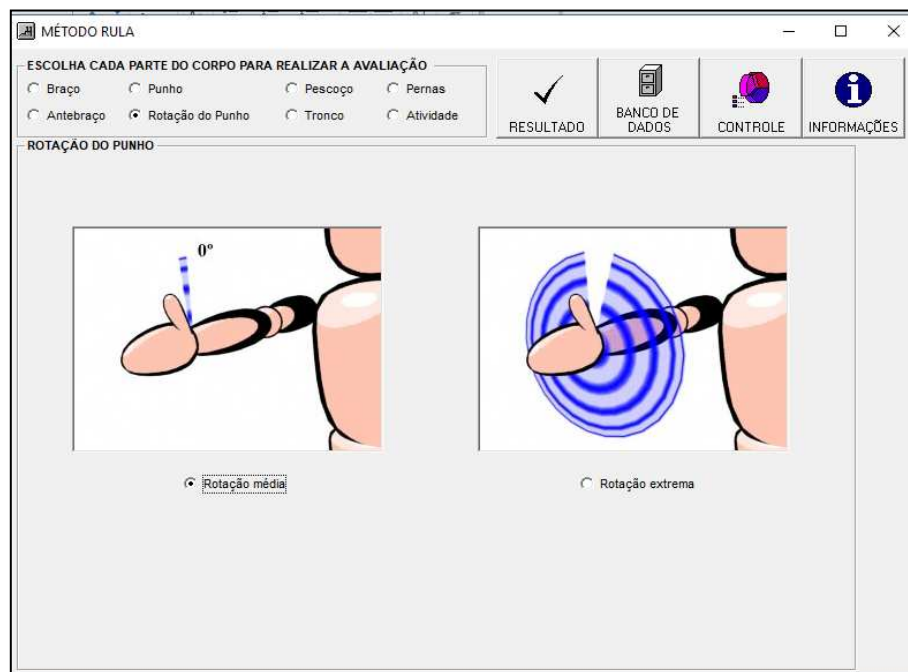
Figura 13 – Etapa 5 (Antebraço)



Fonte: Autor (2018).

A próxima etapa trata da rotação de punho. Esse movimento não se mostrou presente na execução da capina, já que para desenvolver essa atividade o usuário precisa manter suas mãos firmes ao cabo da enxada. O que não permite uma rotação de punho. A figura 14 mostra as opções disponíveis para avaliação no *Ergolândia 6.0*.

Figura 14 – Etapa 6 (Rotação de punho)

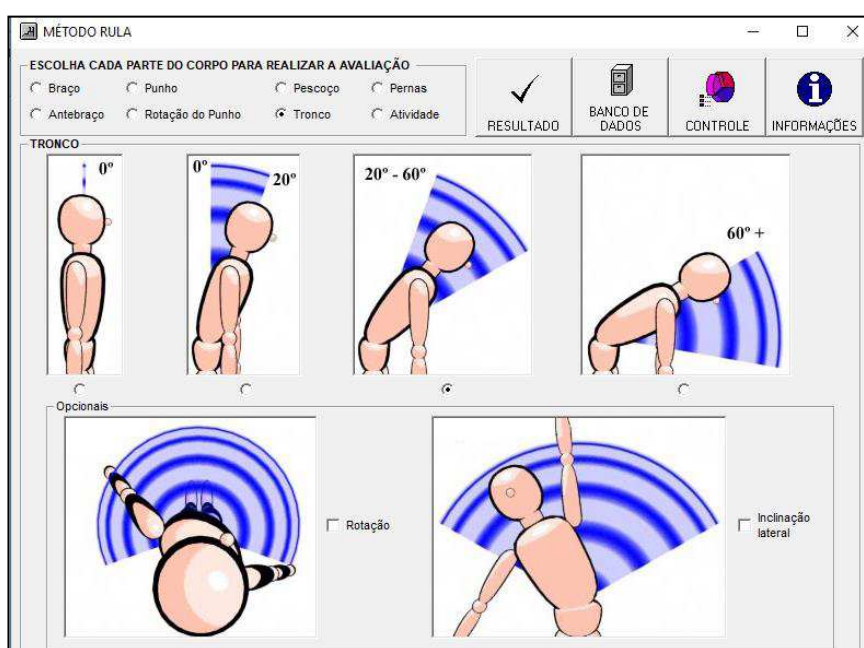


Fonte: Autor (2018)

Em seguida o software possibilita avaliarmos a movimentação do tronco durante a execução da atividade. Nessa etapa o método RULA disponibiliza quatro opções de angulação para o tronco, além duas outras alternativas que são opcionais para a avaliação como mostra a Figura 15. Dentre essas opções, a que melhor representa o uso real da ferramenta é a com angulação de 20° - 60°.

Os cabos de enxadas convencionais não conseguem ser proporcionais a todos os usuários. Por isso, quem utiliza enxada com cabo que não é adequado a sua estatura, conseqüentemente irá assumir posturas inadequadas se curvando para frente.

Figura 15 – Etapa 7 (Tronco)



Fonte: Autor (2018).

Na oitava e última etapa da avaliação, a atividade foi analisada de acordo com o uso da musculatura e o manuseio de carga durante a capina. Primeiramente deve-se identificar se o operador mantém uma postura estática por um período superior a um minuto ou uma postura repetitiva por mais de 4 vezes/min. Em seguida identificar como ocorre o manuseio de carga, assim como expresso na Figura 16.

Durante a capina, o trabalhador executa movimentos repetitivos, utilizando durante toda a atividade a mesma postura. Ao observar o trabalhador durante um turno de trabalho, fica evidente a utilização muito mais frequente de um dos lados do corpo. Tudo isso, somado ao manuseio de uma carga superior a 2 kg, certamente trará complicações a saúde do usuário.

Figura 16 – Etapa 8 (Atividade)

MÉTODO RULA

ESCOLHA CADA PARTE DO CORPO PARA REALIZAR A AVALIAÇÃO

Braço Punho Pescoço Pernas
 Antebraço Rotação do Punho Tronco Atividade

RESULTADO BANCO DE DADOS CONTROLE INFORMAÇÕES

ATIVIDADE

GRUPO A - Braço, Antebraço e Punho

Uso da musculatura

Postura estática mantida por período superior a 1 min ou postura repetitiva, mais que 4 vezes/min

Carga

Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente
 Carga entre 2 e 10 Kg intermitente
 Carga entre 2 e 10 Kg estática ou repetitiva
 Carga superior a 10 Kg intermitente
 Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva
 Há força brusca ou repentina

GRUPO B - Pescoço, Tronco e Pernas

Uso da musculatura

Postura estática mantida por período superior a 1 min ou postura repetitiva, mais que 4 vezes/min

Carga

Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente
 Carga entre 2 e 10 Kg intermitente
 Carga entre 2 e 10 Kg estática ou repetitiva
 Carga superior a 10 Kg intermitente
 Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva
 Há força brusca ou repentina

Fonte: Autor (2018).

Ao fim da avaliação a atividade de capinar obteve um resultado de 7 pontos para o método RULA. Seguindo um valor de 4 pontos como nível de ação. Isso representa uma pontuação máxima pelo método proposto. Dessa forma o método RULA propõe que intervenções sejam introduzidas imediatamente, como mostra a Figura 17.

Figura 17 – Resultado do Método RULA

MÉTODO RULA

ESCOLHA CADA PARTE DO CORPO PARA REALIZAR A AVALIAÇÃO

Braço Punho Pescoço Pernas
 Antebraço Rotação do Punho Tronco Atividade

RESULTADO

BANCO DE DADOS CONTROLE INFORMAÇÕES

RESULTADO

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **7**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

SALVAR DADOS

Fonte: Autor (2018)

Com tudo, o resultado obtido vem para comprovar e reforçar a necessidade de soluções ergonômicas para o uso da enxada convencional. Diante deste cenário, surge a oportunidade para o nascimento de novos produtos, ergonomicamente desenvolvidos para tentar suprir esse déficit.

4.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO CABO ERGONÔMICO

4.2.1 Definição

Tendo em vista que ao adotar posturas erradas na execução de atividades com a enxada o agravante não é a própria, mas sim o seu cabo, decidiu-se então, que o cabo seria foco para a aplicação das intervenções ergonômicas, projetando um novo modelo de cabo para enxadas, que venha a auxiliar o usuário a adotar posturas corretas, reduzindo assim o risco de possíveis lesões.

Para que se obtenha o máximo de eficiência e eficácia, e uma minimização dos riscos ao se pensar em desenvolver um produto, deve-se seguir um planejamento organizado e detalhado do início ao fim de sua concepção. Dessa forma, o produto proposto foi desenvolvido com foco nas adequações ergonômicas necessárias para proporcionar uma melhor experiência durante o seu uso.

4.2.2 Desenvolvimento

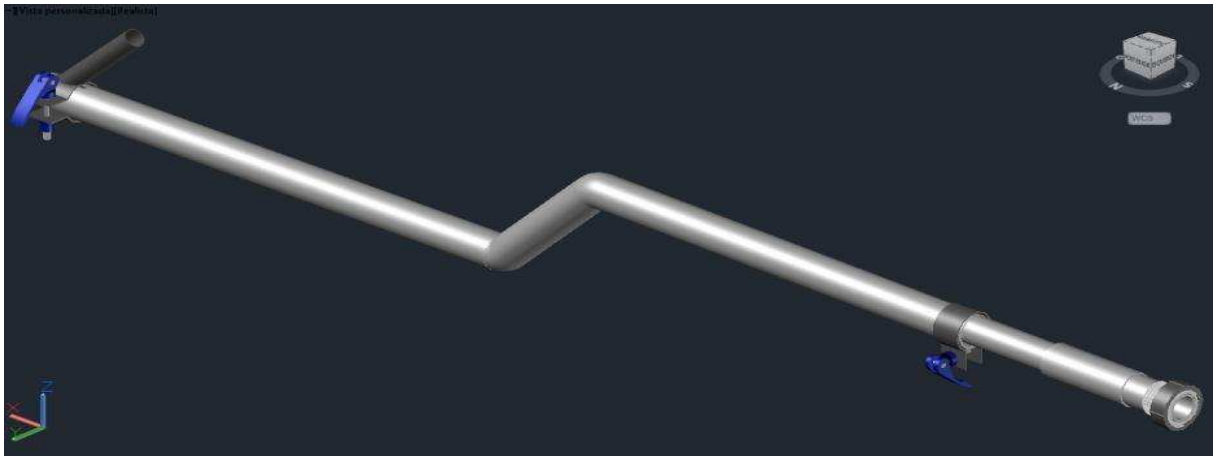
O cabo convencional não oferece uma pega adequada nem possibilita quaisquer ajustes que o adequem aos seus usuários. Isso faz com que os usuários tenham que se adequar à interface pobre que a ferramenta oferece. Dessa forma, o trabalhador que utiliza a enxada convencional como ferramenta de trabalho, está exposto a riscos ergonômicos elevados. Podendo desenvolver doenças do trabalho.

Então, o novo cabo deve oferecer uma boa usabilidade para o máximo de usuários possível. Adequando-se as características antropométricas dos seus usuários em potencial e assim reduzindo os riscos inerentes a atividade de capina. Além disso, o produto proposto deve ser de fácil acesso ao público alvo, tendo em vista que em sua maioria são pessoas que não possuem um poder aquisitivo alto. Sendo assim, seria economicamente inviável oferecer uma solução com custo elevado e que não forneceria um retorno financeiro equivalente.

4.2.3 Detalhamento do Produto

O cabo ergonômico para enxadas dispõe de regulagem de comprimento, o que o torna ajustável a estatura de quaisquer usuários. Além disso, conta com curvaturas com um ângulo de 45° proporcionando uma melhor pega, e assim evitando flexões exageradas dos pulsos. O novo cabo também possibilita o ajuste da abertura dos braços, pois, através de um mecanismo encontrado em sua extremidade superior é possível reduzir ou aumentar a distância entre a pega de uma das mãos para a outra, permitindo que o usuário ajuste da forma que lhe mais for confortável. Em sua extremidade inferior encontra-se um sistema de encaixe da enxada, mais prático e eficaz, que possibilita uma troca rápida da ferramenta sem necessidade de ferramentas adicionais. Todos esses componentes podem ser observados na Figura 18:

Figura 18 - Modelo 3D preliminar do Cabo Ergonômico



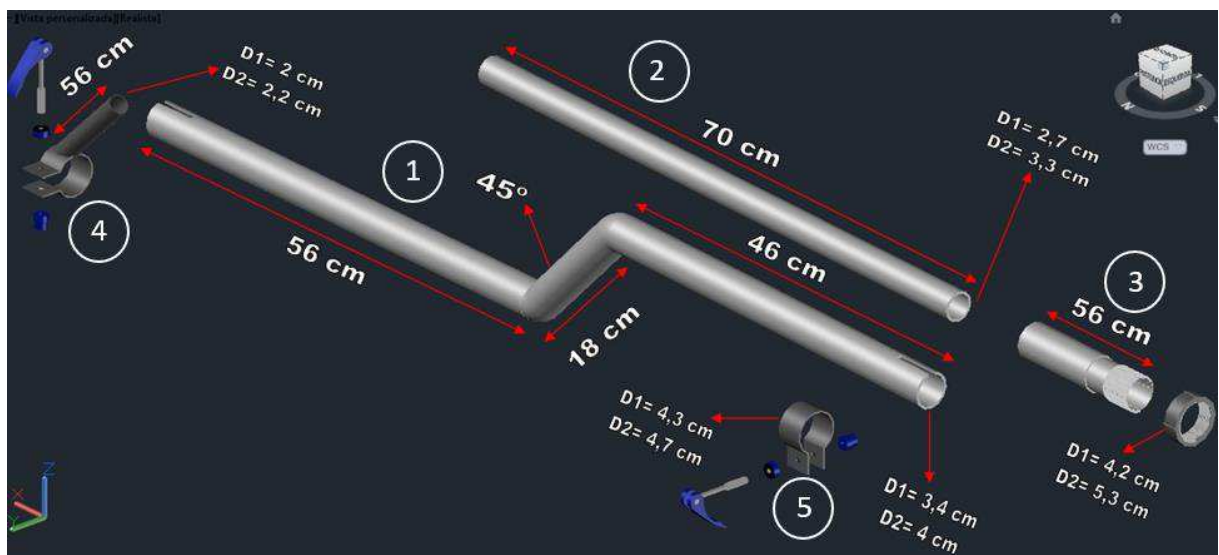
Fonte: Autor (2018).

4.2.3.1 Interface do produto

O cabo ergonômico para enxadas possui uma interface simples e eficiente, proporcionando aos usuários praticidade na montagem, ajustes e desmontagem do produto.

O produto possibilita que o usuário execute setups sem necessidade de ferramentas de montagem, sendo possível realizá-las com as próprias mãos. Todos os componentes que integram o novo cabo ergonômico podem ser visualizados na figura 19, e em seguida detalhados no Quadro 5.

Figura 19 - Vista explodida do Cabo Ergonômico



Fonte: Autor (2014).

Quadro 5 - Descrição dos componentes

COMPONENTE		DESCRIÇÃO
01	Tubo principal	Principal componente do sistema. Trata-se de um tubo metálico que proporciona maior durabilidade. Além de possuir uma curvatura de 45° que garante uma melhor pega durante o uso.
02	Tubo extensor	Tubo metálico que se encaixa no tubo principal para possibilitar o ajuste de comprimento do cabo ergonômico.
03	Suporte/conexão da enxada	Sistema de acoplagem da enxada. Ele garante uma troca rápida da enxada sem a necessidade do uso ferramentas. A porca dispõe de saliências que permitem que o usuário efetue ajustes com as próprias mãos.
04	Suporte de pega secundaria	Suporte que se encaixa ao tubo principal. Também possui uma inclinação de 45°, garantido uma melhor pega.
05	Sistema de travamento e ajuste	Esse sistema garante o ajuste de comprimento cabo, como também o ajuste e travamento do suporte de pega secundaria. Ele possui uma alavanca que possibilita a execução de setups sem o uso de ferramentas.

Fonte: Autor (2018).

4.2.3.2 Sugestões de uso

Para se obter melhores resultados e conseqüentemente oferecer uma condição de trabalho com menos riscos ao trabalhador, é importante que além do uso de uma ferramenta adequada, também se adeque o processo para execução da atividade. O cabo ergonômico por si só, não irá suprir todas as necessidades sem que seu uso esteja atrelado a praticas que busquem reduzir o desgaste físico do trabalhador. Então, medidas como, paradas programadas, o uso mais dinâmico do corpo ao executar a atividade (alternando postura e pega), como também

evitar o uso de posturas inadequadas, como por exemplo se curvar para arrancar o capim com as mãos sem se agachar, como representado na Figura 20.

Figura 20 – Trabalho com postura inadequada



Fonte: Autor (2018).

4.2.4 Fabricação do *Mockup*

Para conseguir uma análise preliminar do produto, foi necessário a fabricação de um *Mockup* do cabo ergonômico. Em sua confecção foram utilizados materiais alternativos que simulassem a estrutura definitiva do produto. Esses materiais estão listados abaixo:

- Tubo de PVC;
- Cola para PVC;
- Braçadeiras de aço;
- Tubo de aço;
- Sistema de regulação com alavanca;

- Conexão rosqueada de PVC;
- Manopla para bicicleta;
- Alicates;
- Soprador térmico;
- Serra;
- Lixa;
- Trena métrica.

Figura 21 – Materiais para Fabricação do *Mockup*



Fonte: Autor (2018).

4.3 AVALIAÇÃO

Após confecção do *Mockup* e execução de alguns testes do produto em uso, foi decidido a utilização de tubos de aço inox como material definitivo, que o dará mais resistência e durabilidade.

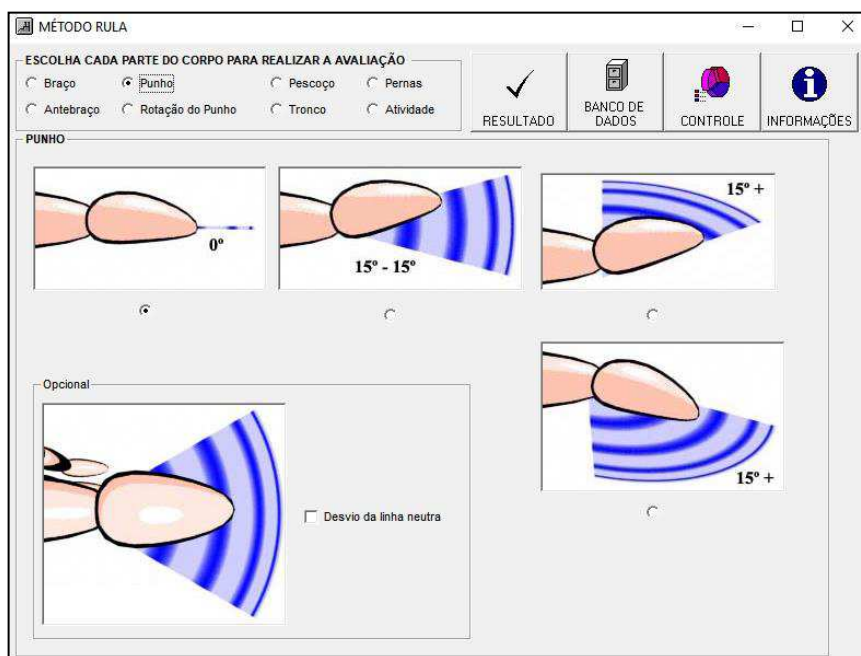
Durante os testes com o *Mockup*, o mesmo foi submetido a uma avaliação pelo método RULA, para verificar se as adequações implantadas no novo produto surtiriam efeito nos números obtidos na avaliação do cabo convencional. O *Mockup* também passou por avaliação de usuários de enxada, que responderam um questionário básico que está contido no apêndice A. Lá eles deram suas opiniões sobre alguns pontos da proposta.

4.3.1 Aplicação do método RULA (Cabo Ergonômico)

Na análise do uso dos braços, não se obteve um resultado diferente da anterior. Pois, o movimento de erguer os braços é necessário para a execução da atividade de capina. Mas a elevação frontal dos braços com angulação de 20° à 45°, não representa um agravante.

Já na análise do punho, foi obtido uma melhora considerável. Pois, utilizando a pega com curvaturas de 45° foi possível eliminar os esforços exagerados sofridos pelas articulações dos punhos. Com o uso do novo cabo o trabalhador mantém os punhos em um ângulo neutro, como mostra a Figura 22.

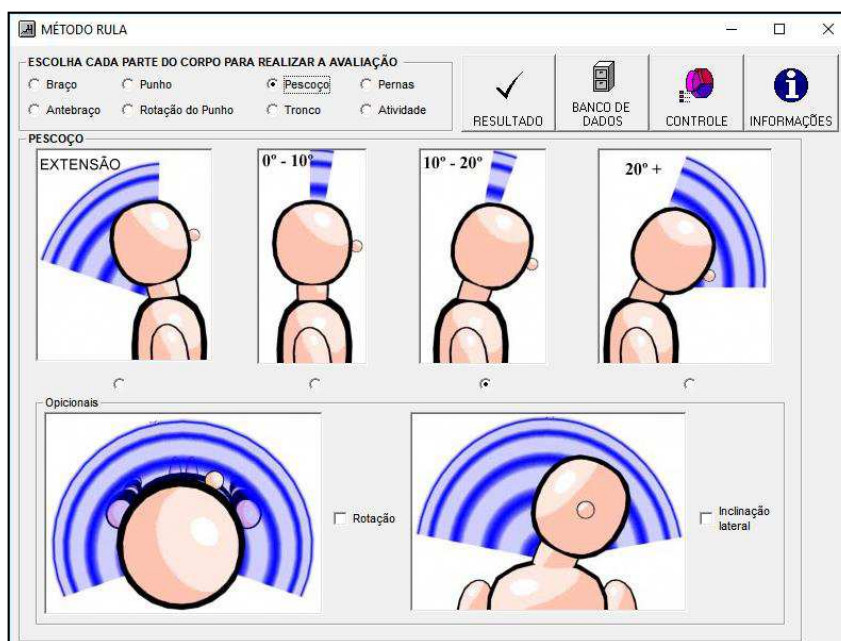
Figura 22 – Etapa 2 (Punho) - Cabo Ergonômico



Fonte: Autor (2018).

Na avaliação da postura do pescoço foi possível identificar uma redução da curvatura exercida durante a atividade. Isso foi possível pois, o cabo ergonômico faz com que a enxada se mantenha a uma distância mais a frente se comparado com o uso utilizando o cabo convencional. Dessa forma se obteve uma angulação de 10° - 20°, de acordo com a Figura 23.

Figura 23 – Etapa 3 (Pescoço) - Cabo Ergonômico



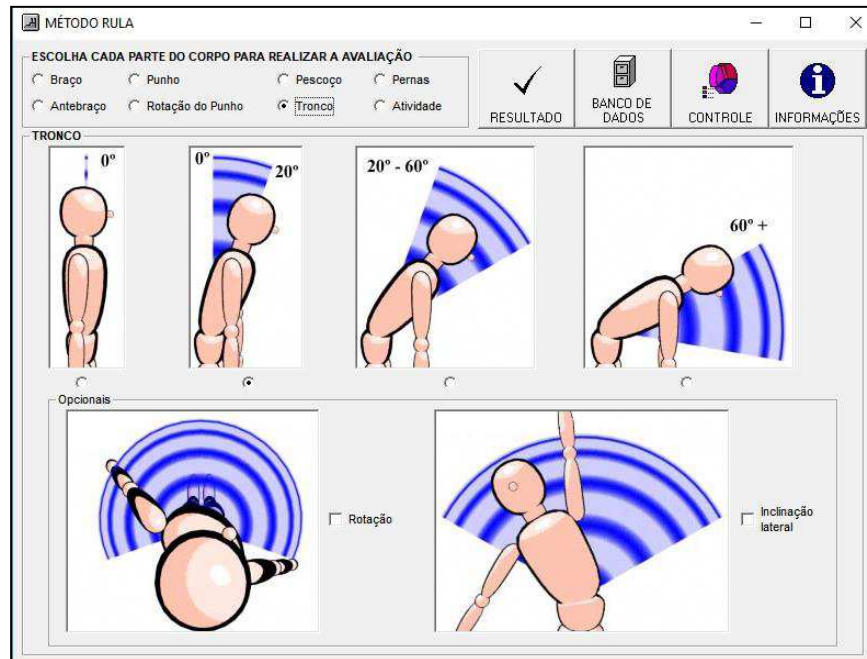
Fonte: Autor (2018).

No quesito postura das pernas, não houveram alterações. Tendo em vista que ao capinar, independente do cabo utilizado na enxada, o trabalhador não adota postura diferente para as pernas.

Seguindo essa linha, os resultados obtidos na análise do antebraço e rotação do punho também não sofreram alterações. Pois, as adequações aplicadas ao cabo não surtiriam efeitos nesses quesitos que de qualquer forma não apresentaram agravantes durante o uso do cabo convencional.

Já na avaliação da postura do tronco foi obtido uma evolução que era esperada. Pois, com a possibilidade de ajuste do comprimento oferecido pelo cabo ergonômico, foi possível reduzir a inclinação do tronco durante a execução da atividade. Com um cabo mais longo, o trabalhador se curva menos ao capinar. Conseqüentemente, isso irá reduzir os riscos de possíveis lesões na coluna. O resultado dessa etapa da avaliação está representado na Figura 24.

Figura 24 – Etapa 7 (Tronco) – Cabo Ergonômico



Fonte: Autor (2018).

Observando a Figura 25, percebemos que A nova proposta também obteve evolução nos resultados da avaliação da atividade. Seguindo a proposta de tornar a execução da atividade mais dinâmica, o trabalhador não permanecerá utilizando a mesma postura durante períodos longos. Ele também irá adotar paradas programadas para reduzir a possibilidade de fadiga por esforço repetitivo.

Figura 25 – Etapa 8 (Atividade) - Cabo Ergonômico

MÉTODO RULA

ESCOLHA CADA PARTE DO CORPO PARA REALIZAR A AVALIAÇÃO

Braço Punho Pescoço Pernas
 Antebraço Rotação do Punho Tronco Atividade

RESULTADO BANCO DE DADOS CONTROLE INFORMAÇÕES

ATIVIDADE

GRUPO A - Braço, Antebraço e Punho

Uso da musculatura

Postura estática mantida por período superior a 1 min ou postura repetitiva, mais que 4 vezes/min

Carga

Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente
 Carga entre 2 e 10 Kg intermitente
 Carga entre 2 e 10 Kg estática ou repetitiva
 Carga superior a 10 Kg intermitente
 Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva
 Há força brusca ou repentina

GRUPO B - Pescoço, Tronco e Pernas

Uso da musculatura

Postura estática mantida por período superior a 1 min ou postura repetitiva, mais que 4 vezes/min

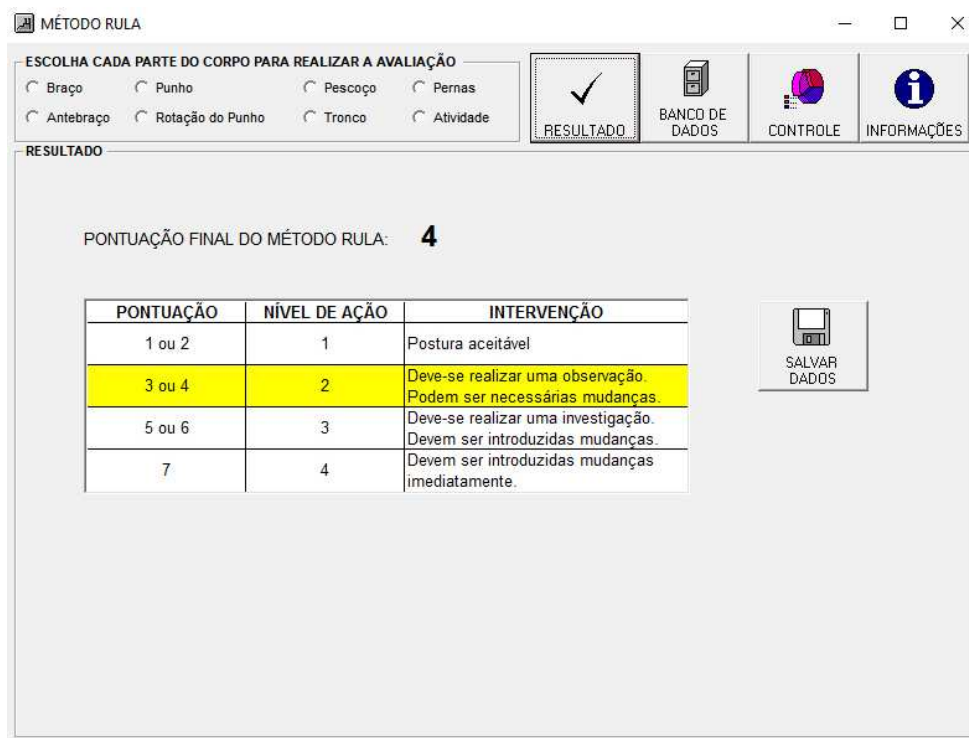
Carga

Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente
 Carga entre 2 e 10 Kg intermitente
 Carga entre 2 e 10 Kg estática ou repetitiva
 Carga superior a 10 Kg intermitente
 Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva
 Há força brusca ou repentina

Fonte: Autor (2018)

Após análise completa utilizando o cabo ergonomicamente adaptado, o método RULA concluiu a avaliação gerando uma pontuação de valor 4. Foram três pontos reduzidos em relação ao uso da enxada com cabo convencional. De acordo com o método RULA, uma avaliação com pontuação 4 não representa uma necessidade real de intervenção. Com tudo podemos afirmar que o novo cabo ergonômico oferece vantagens significantes, que podem reduzir os riscos aos quais os usuários de enxadas estão expostos. A Figura 26 mostra o resultado final da avaliação.

Figura 26 –Resultado do Método RULA (Cabo ergonômico)



Fonte: Autor (2018)

4.3.2 Ajustes finais

Após testes utilizando o *Mockup*, foi notado o bom resultado obtido pelo mesmo. A estrutura principal feita com tubo PVC de 40 mm diâmetro, se mostrou bastante resistente. Mas em compensação o tubo utilizado para extensão do cabo e que possui diâmetro menor, não demonstrou uma resistência equivalente.

Tendo em vista que a utilização de tubos metálicos em toda sua estrutura, tornaria o cabo ergonômico mais pesado que o ideal. Além disso, iria resultar em um produto de custo relativamente alto. Dessa forma se tornaria inviável para o seu público alvo. Então, por esses motivos surgiu a necessidade de se repensar os materiais a serem utilizados no modelo definitivo.

Após analisar possíveis alternativas, chegou-se a proposta de utilização da madeira (presente no modelo de cabo convencional) aliada ao PVC que já havia sido utilizado na confecção do *Mockup*. Essa nova estratégia potencializou a proposta de valor oferecida pelo produto, já que, sendo fabricado com matérias tão acessíveis, isso o tornaria mais viável, comercialmente falando.

4.3.2.1 Cabo Ergonômico “Definitivo”

O modelo definitivo segue a mesma proposta de utilização. Sofrendo então, somente alterações em materiais utilizados e dimensões de alguns componentes, além de algumas adaptações, que podem ser melhor compreendidas por meio do Apêndice B, C e D, que mostram as vistas detalhadas do produto.

Para evidenciar alguns pontos evolutivos na proposta do novo cabo ergonômico, foi feito um comparativo entre o cabo de enxada convencional e o novo cabo ergonômico. Assim como mostra o quadro 6.

Quadro 6 - Comparativo entre os dois produtos

	Cabo Convencional	Cabo Ergonômico
Dimensões	150 cm	145 cm até 161 cm
Material	Madeira	Madeira/Tubo PVC
Durabilidade	Média	Média
Interface	Complexa	Simplificada
Peso	1,2 Kg	1,4 Kg

Fonte: Pesquisa 2014

Figura 27-Enxada Larga com Cabo de Madeira X Cabo Ergonômico



Fonte: Autor (2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização do presente estudo, foi possível notar a carência da aplicação da ergonomia no ambiente de trabalho rural, principalmente no que diz respeito a atividades extremamente manuais como é o caso da capina, o que desperta grandes preocupações, pois essa é uma atividade ainda muito presente, principalmente aqui no Brasil.

Por meio do método RULA, foi possível avaliar a postura dos membros superiores, o pescoço, braços, tronco e punho, além das pernas, com resultado que nos remete à necessidade de intervenções imediatas, para a postura dos trabalhadores. Então, para proporcionar melhorias ao cenário estudado e atingir os objetivos estabelecidos, foi desenvolvida uma nova ferramenta de trabalho que se adéqua à usuários de estatura variada, além de oferecer uma pega confortável que reduz os riscos de lesões nos pulsos.

Foi realizado um estudo comparativo entre o cabo convencional para enxadas e o cabo ergonômico, e a partir deste foi possível constatar a eficiência do produto proposto. O qual superou as expectativas, sendo totalmente aceito e elogiado por usuários de enxadas, que mesmo utilizando o *Mockupe* não o produto definitivo, afirmaram se sentir mais confortáveis ao manusearem o Cabo Ergonômico.

Por fim, os objetivos foram alcançados de forma satisfatória. O estudo gerou uma ferramenta que possivelmente pode se tornar realidade no dia a dia dos trabalhadores. Espero que esse estudo proporcione e incentive uma maior participação da ergonomia no ambiente agrícola e que mais estudos relacionados surjam, enriquecendo cada vez mais suas práticas.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. (1996). **Ergonomia, Organização do trabalho e aprendizagem**. Em UFMG/Dep. Qualidade da Produção, Produção dos homens. (pp. 41-57) Belo Horizonte
- BARBALHO, S.C.M. **Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos mecatrônicos: proposta e aplicações**. Tese (Doutorado)- Escola de Engenharia de São Carlos, UFSCAR, 2006.
- BAÚ, L. M. S.; **Fisioterapia do Trabalho: Ergonomia, Legislação, Reabilitação**. Curitiba: Cláudio Silva, 2002.
- COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995.
- DEMPSEY, Patrick G. Effectiveness of ergonomics interventions to prevent musculoskeletal disorders: beware of what you ask. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Amsterdam, v. 37, issue 2, p. 169-173, february 2007.
- DIEGO-MÁS, J. A.; CUESTA, S. A. NIOSH (NATIONAL INSTITUTE for OCCUPATIONAL SAFETY and HEALTH). Disponível em:<<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>>. Acesso em: 28 de fevereiro 2018.
- FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo, Edgard Blucher, 2007.
- FIGUEIREDO F. Mont'alvão C. **Ginástica Laboral e Ergonomia**. Cidade: Sprint, 2005.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GRANDJEAN, Etienne; tradutor João Pedro Stein. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. Porto Alegre, RS, Artes Médicas, 1998.
- HENDRICK, Hal W. Good Ergonomics Is Good Economics. In: 40th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, 1996, Santa Monica. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society**, Santa Monica, 1996. p. 1-15.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2ª. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia projetos e produção**. São Paulo: Edgar Blücher Ltda., 1992.

KRISHNAN, V.; ULRICH K.T. Product development decisions: a review of the literature. **Management Science**, v. 47, n. 1, p. 1-21, 2001.

LUEDER, R. A proposed RULA for Computer users. **Proceedings of the Ergonomics Summer Workshop, UC Berkeley Center for Occupational & Environmental Health Continuing Education Program**, San Francisco, August 8-9, 1996.

MINETTI, Luciano J. et al. Estudo Antropométrico de Operadores de Motosserra. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, Jan/Abr. 2002.

NORTON, K.; OLDS, T. **Antropométrica**. Editora Artmed, 1ª edição, 2005.

OLIVEIRA, S. L. de; Fialho, E. T. ; Murgas, L. D. S. ; Freitas, R. T. F. de; Oliveira, A. I. G., 2002. Use of sticky coffee hulls in rations for finishing swine. **Ciencia e Agrotecnologia**, 26 (6): 1330-1337.

PANERO, Julius e ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. **Estándares antropométricos**. 5 ed. México: G. Gili, 1991.

PEDROSO, A. de F. **Manejo intensivo de pastagens e produtividade leiteira**. In: SEMANA DO ESTUDANTE, 12., 1998, São Carlos, SP. Estratégias para intensificação da produção de leite: situação atual e perspectivas: anais. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1998. p.37-44.

PEQUINI, Suzi Mariño. **Ergonomia aplicada ao design de produtos: um estudo de caso sobre o design de bicicletas**. 2005. 675 p. Tese (doutorado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

PINHEIRO, Ana Karla da Silva e FRANÇA, Maria Beatriz Araújo. **Ergonomia Aplicada à Anatomia e à Fisiologia do Trabalhador**. V.2. Goiânia: AB, 2006.

PIZO, Carlos A.; MENEGON, Nilton L. Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado. **Produção**, Maringá, v. 20, n. 4, p. 657-668, out./dez.

2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v20n4/AOP_200902028.pdf> Acesso: 30 mar. 2014.

RABY, Françoise; BAILLE, Jacques; BRESSOUX, Pascal; CHAPELLE, Carol . Ergonomic theory and practice: What language learners do in a self-access room. **La Reveu de Geras**, Paris, n. 41-42, p. 67-84, 2003. Disponível em: <<http://asp.revues.org/1175>> Acesso em: 31

março 2014.

RIO, R.P; PIRES, L. Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica. São Paulo:

LTR, 2001.

ROEBUCK, J. A. Jr.; KROEMER, K. H. E.; THOMSON, W. G. Engineering anthropometry methods. New York: Wiley-Intersciencie: J Wiley, 1975.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTOS, Neri dos et. al. **Antropotecnologia: a ergonomia dos sistemas de produção.** Curitiba: Genesis, 1997.

SANTOS, Neri; FIALHO, Francisco. **Manual de Análise Ergonômica do Trabalho.** Curitiba: Genesis. 2 ed. 1997.

SILVEIRA, C. A.; ROBAZZI, M. L. do C. C.; MARZIALE, M. H. P.; DALRI, M.C. B. **Acidente de trabalho entre trabalhadores rurais e da agropecuária identificados através de registros hospitalares.** Ciência, cuidado e saúde, v. 4, n. 2, p. 120 – 128, maio/ago. 2005. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/.../5221>>. Acesso em: 15 out. 2014.

VIEIRA, Sebastião Ivone. **Manual de Saúde e Segurança do Trabalho.** 2.ed. São Paulo, LTr, 2008.

WILSON, John R. Fundamentals of ergonomics in theory and practice. **Applied**

Ergonomics, Nottingham v. 31, p. 557 – 567, 2000. Disponível em:

<http://25aban.com/my_doc/imensepahan/my_articles/Fundamentals%20of%20ergonomics%20in%20theory%20and%20practice.pdf> Acesso em: 11 abril 2014

APÊNDICE A – Questionário de satisfação

Questionário “Cabo Ergonômico para Enxadas”

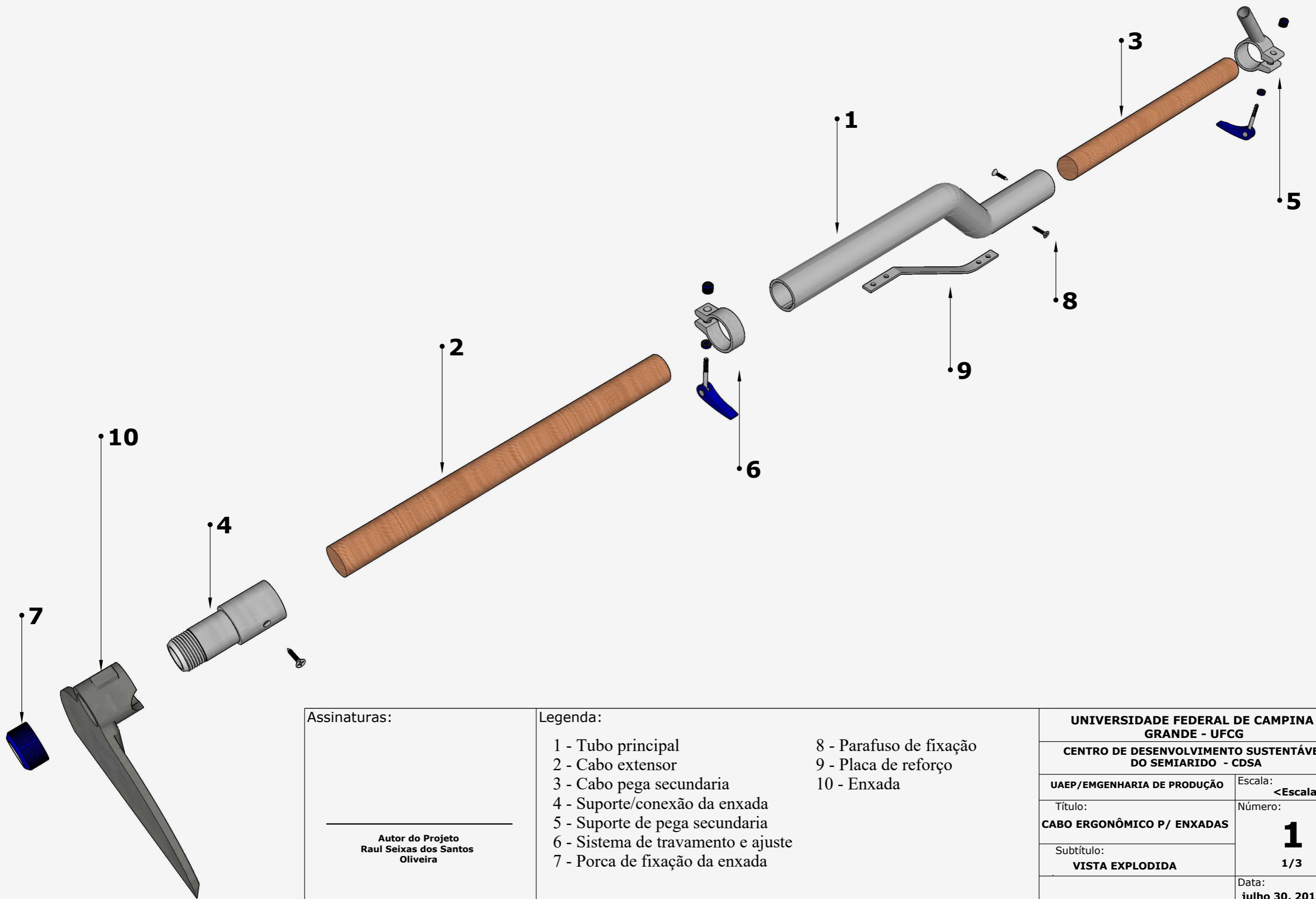
1. O que você acha da característica estética do produto?
 - a) Ótimo
 - b) Bom
 - c) Razoável
 - d) Ruim

2. O que você acha da pega deste produto?
 - a) Ótimo
 - b) Bom
 - c) Razoável
 - d) Ruim

3. Você se sente confortável utilizando esse produto?
 - a) Sim
 - b) Não

4. Após o utilizar o produto, você trocaria a enxada convencional pelo produto ofertado?
 - a) Sim
 - b) Não

APÊNDICE B – Vista explodida



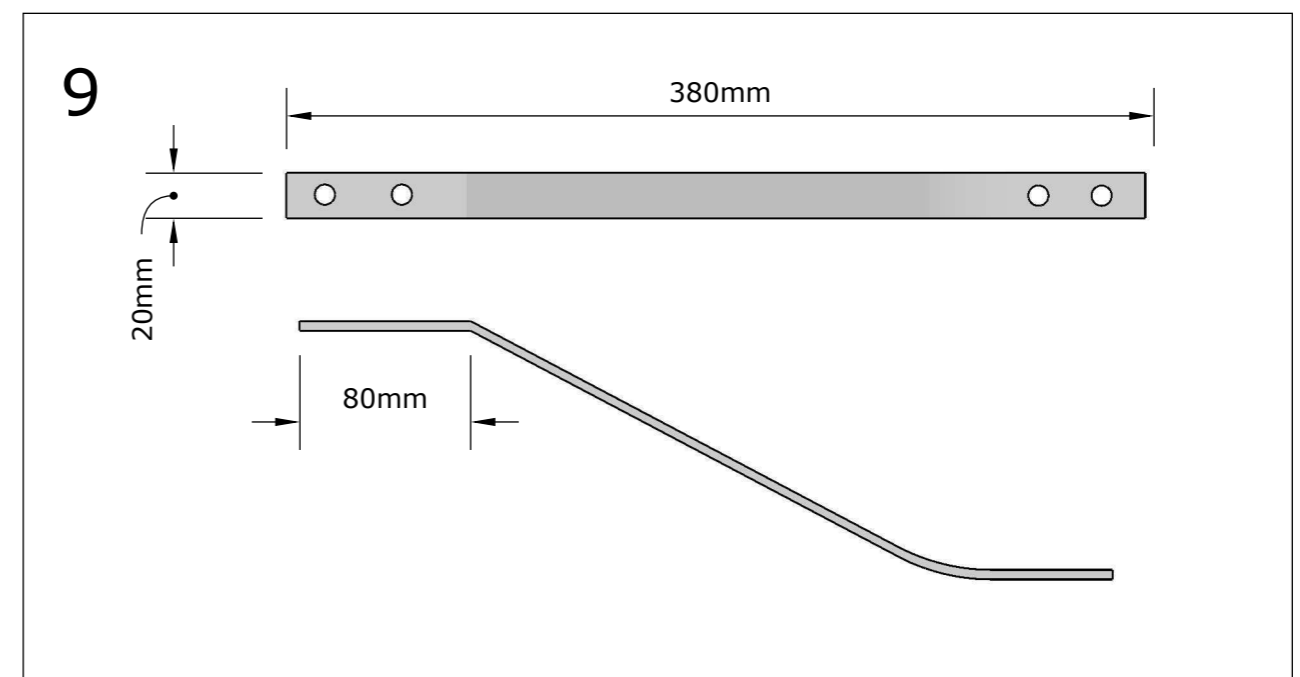
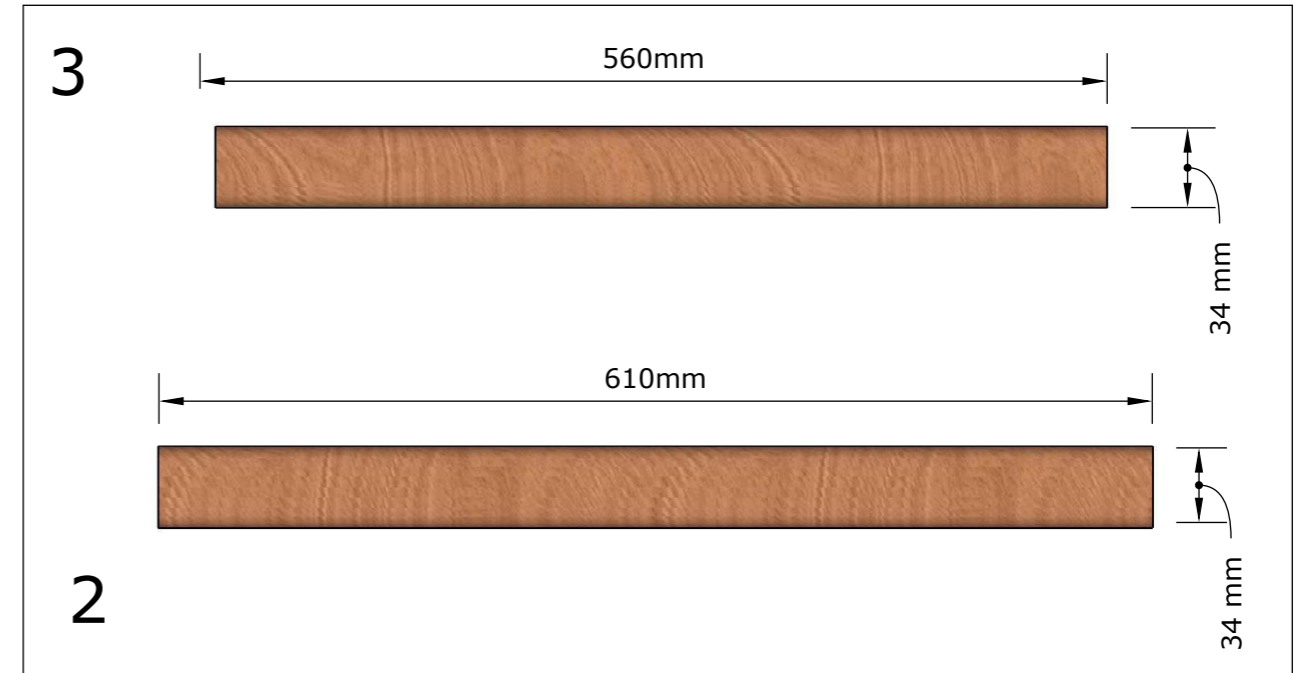
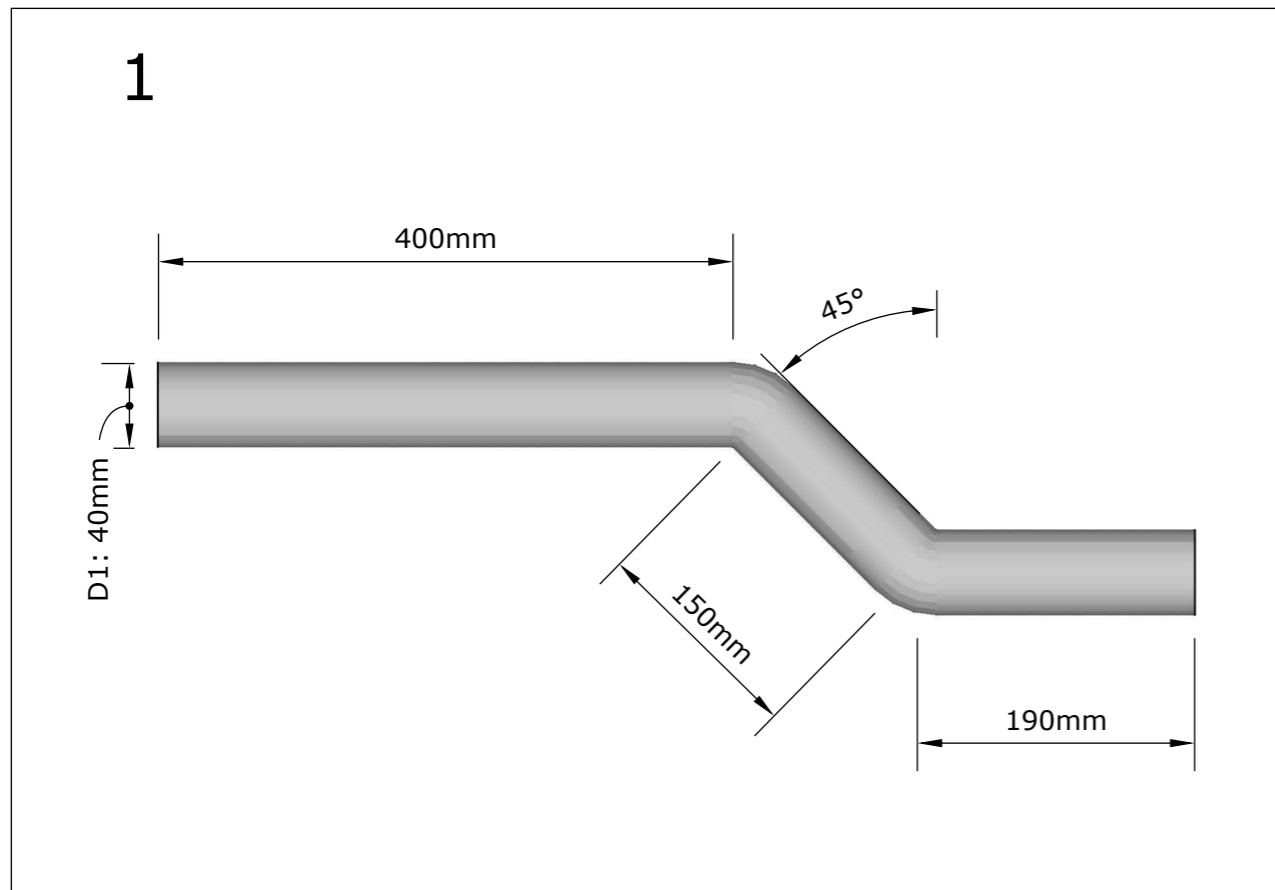
Assinaturas:

Autor do Projeto
Raul Seixas dos Santos
Oliveira

- Legenda:
- 1 - Tubo principal
 - 2 - Cabo extensor
 - 3 - Cabo pega secundaria
 - 4 - Suporte/conexão da enxada
 - 5 - Suporte de pega secundaria
 - 6 - Sistema de travamento e ajuste
 - 7 - Porca de fixação da enxada
 - 8 - Parafuso de fixação
 - 9 - Placa de reforço
 - 10 - Enxada

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG	
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIARIDO - CDSA	
UAEP/EMGENHARIA DE PRODUÇÃO	Escala: <Escala>
Título: CABO ERGONÔMICO P/ ENXADAS	Número: 1 1/3
Subtítulo: VISTA EXPLODIDA	
	Data: julho 30, 2018

APÊNDICE C – Componentes de cabo



Assinaturas:

 Autor do Projeto
 Raul Seixas dos Santos
 Oliveira

Legenda:

- 1 - Tubo principal
- 2 - Cabo extensor
- 3 - Cabo pega secundaria
- 4 - Suporte/conexão da enxada
- 5 - Suporte de pega secundaria
- 6 - Sistema de travamento e ajuste
- 7 - Porca de fixação da enxada

- 8 - Parafuso de fixação
- 9 - Placa de reforço
- 10 - Enxada

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIARIDO - CDSA

UAEP/ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Escala:
 <Escala>

Título:
CABO ERGONÔMICO P/ ENXADAS

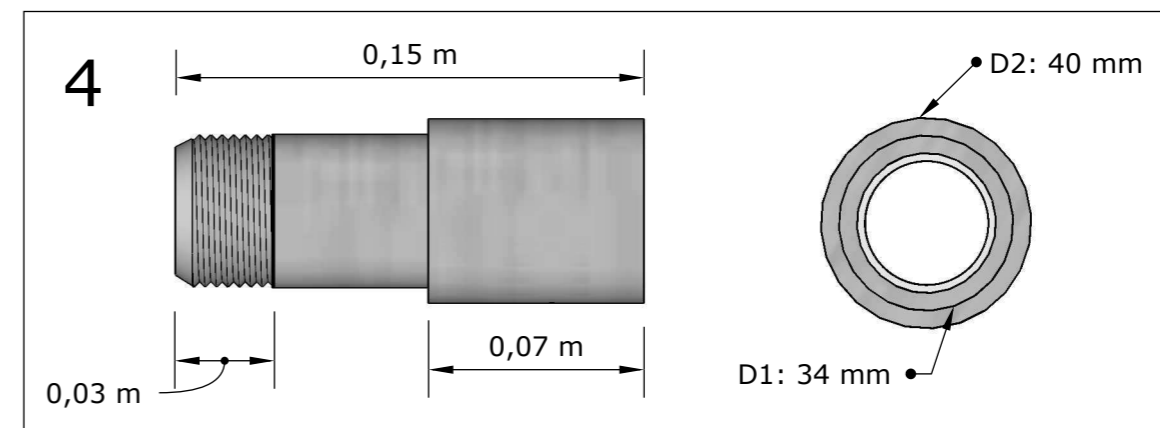
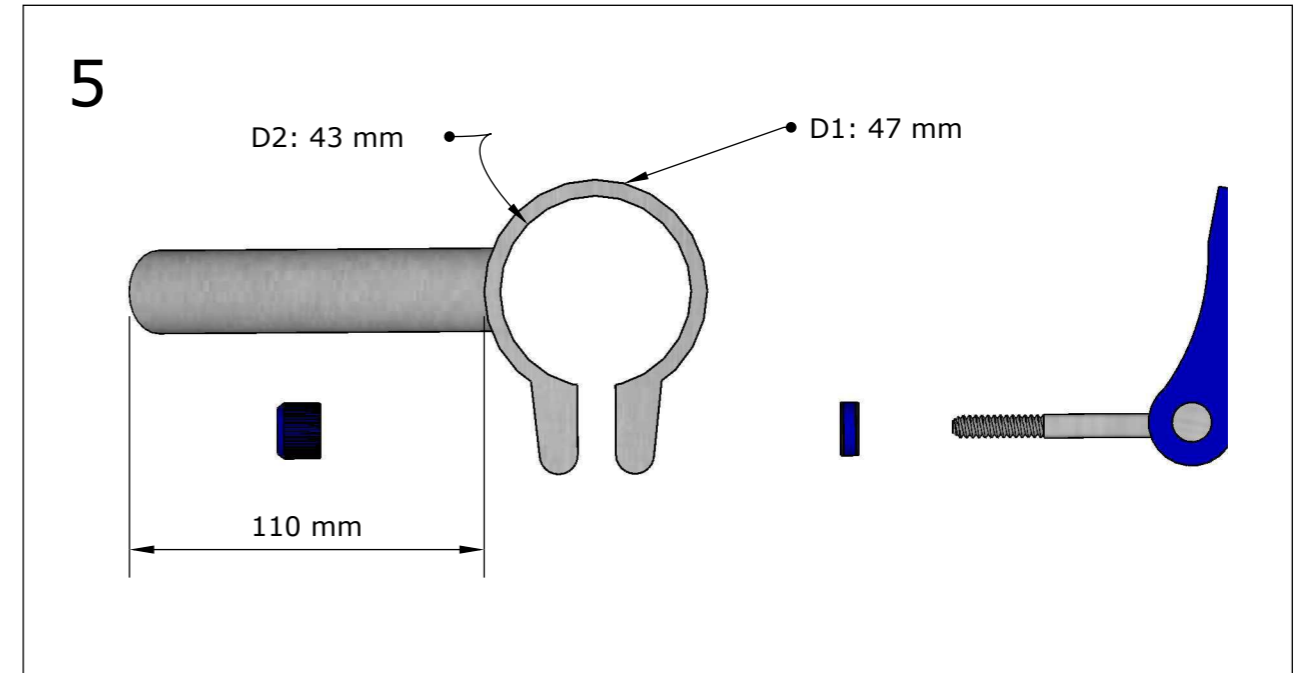
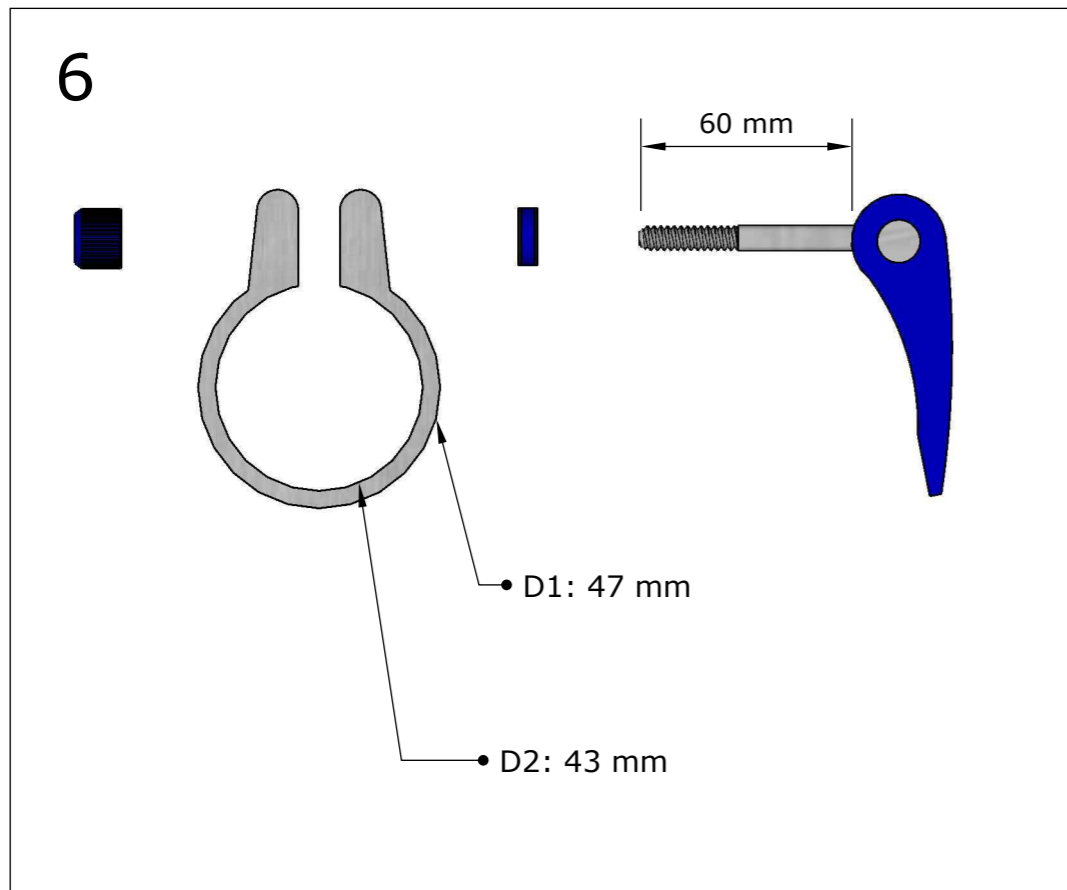
Número:

2

Subtítulo:
COMPONENTES

2/3

Data:
julho 30, 2018



Assinaturas:

 Autor do Projeto
 Raul Seixas dos Santos
 Oliveira

Legenda:

- 1 - Tubo principal
- 2 - Cabo extensor
- 3 - Cabo pega secundaria
- 4 - Suporte/conexão da enxada
- 5 - Suporte de pega secundaria
- 6 - Sistema de travamento e ajuste
- 7 - Porca de fixação da enxada

- 8 - Parafuso de fixação
- 9 - Placa de reforço
- 10 - Enxada

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA
 GRANDE - UFCG**

**CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
 DO SEMIARIDO - CDSA**

UAEP/ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Escala:
 <Escala>

Título:
CABO ERGONÔMICO P/ ENXADAS

Número:

3

Subtítulo:
COMPONENTES

3/3

Data:
julho 30, 2018