

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA TRANSPLANTADORA
PARA PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS UTILIZANDO UMA
ABORDAGEM DE PROJETO DE SISTEMAS MODULARES**

WANILSON MARTIN CARRAFA

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA

Especialidade Engenharia Mecânica, Área de Concentração: Projeto de
Sistemas Mecânicos, aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica.

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr. Eng.
Orientador

Prof. Augusto Weiss, Dr. Eng.
Co-orientador

Prof. Júlio César Passos, D. Sc.
Coordenador

Banca Examinadora

Prof. Acires Dias, Dr. Eng.

Prof. André Ogliari, Dr. Eng.

Prof. Altamir Dias, Dr. Eng.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus trino, em comunhão com cada uma das pessoas que enriqueceram minha vida, especialmente durante a realização do trabalho de mestrado;

aos meus pais, Angelo e Irene, e ao meu irmão Marcos;

aos professores Fernando Forcellini e Augusto Weiss, pela orientação, compreensão e apoio;

ao Bruno e à Virtes, pela acolhida e orientação no princípio desta jornada;

aos amigos e amigas do Grupo de Oração Universitário da UFSC, pelo carinho e acolhida no Senhor;

aos colegas e amigos do NeDIP, por toda ajuda e convivência;

às pessoas que se relacionaram diretamente com este trabalho, principalmente no seu desenvolvimento, na aplicação da metodologia e na construção do protótipo: Juscelino, Prof. Acires, Sakurada, Giovano, Luiz, Roberto, Airton, Ângelo, Vinade, Cristiano e Leonardo, pela preciosa ajuda;

aos professores da banca examinadora: Acires Dias, André Ogliari e Altamir Dias, pela valiosa contribuição para a qualidade do trabalho;

aos novos e eternos amigos e amigas: Alexandre, Renato, Fred; Carlos, Rodrigo, Antônio, Eliana, Nilcéia, Denise, Alexandra e Kétner, pelo carinho e compreensão;

à UFSC e ao Departamento de Engenharia Mecânica, pela confiança na realização deste trabalho, e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

RESUMO

A agricultura é o principal agente propulsor do desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, do setor de prestação de serviços nas pequenas e médias cidades do interior do Brasil. O desenvolvimento da agricultura familiar no Brasil tem sido prejudicado por várias razões, entre elas a falta de incentivos por parte das políticas públicas e a falta de disponibilização de meios de mecanização adequados às suas características. Investir na agricultura e incentivá-la é estratégico e fundamental para qualquer nação que deseje seu desenvolvimento. Essa falta de interesse pela agricultura resulta numa prática artesanal e subdesenvolvida, realizada manualmente, com o auxílio de alguma ferramenta, geralmente rudimentar. O transplante de mudas na pequena propriedade na maioria dos casos também é manual. Nos países de primeiro mundo, essa atividade é mecanizada. O propósito desta dissertação é desenvolver, construir e testar uma máquina para transplantar mudas de cebola, fumo, repolho e tomate, adequada às características das pequenas propriedades rurais. Considerando o foco da dissertação e as características intrínsecas das culturas, como por exemplo, transplante de mudas produzidas em células individuais em bandejas, a dimensão da área cultivada e o baixo poder aquisitivo do agricultor, a máquina será desenvolvida para ser acoplada a microtratores. Num primeiro estágio, foi levantado o estado da arte sobre esse tipo de máquina, através de consultas bibliográficas, visitas e troca de informações com fabricantes nacionais e internacionais. Após essa fase desenvolveu-se o projeto conceitual, preliminar e detalhado, para obter um sistema modular para o transplante mecanizado de mudas. Concluído esse detalhamento, parte-se para construção do protótipo, teste e sugestões para trabalhos futuros. Espera-se contribuir com o desenvolvimento de produtos modulares, implementando, divulgando e apresentando sugestões de documentos que organizem a geração de tais sistemas, podendo colaborar com a melhora de vida dos praticantes da agricultura familiar e ajudar a fixá-los no campo, reduzindo o êxodo rural.

ABSTRACT

Agriculture is the main propelling agent of economical development and, consequently, of the service rendering sectors in small and average cities of the interior of Brazil. The development of family agriculture in Brazil has been hindered by many factors, among them being the lack of government incentives, and the non-availability of appropriate mechanized equipment for local needs. Increasing and motivating agriculture are strategic and fundamental goal for any nation that wants economic development. That lack of interest in agriculture results in a home made equipment and underdeveloped methods of farming. In Brazil, transplanting seedlings on a small property is often done manually. Most first world countries accomplish this by using mechanized processes. The purpose of this dissertation is to report the development, construction and testing of a machine for transplanting seedlings of onion, tobacco, cabbage and tomato plants. These crops are normally produced in individual trays and transplanted to small cultivated areas by farmers with low purchasing power. This machine must be appropriate for small rural properties and capable of being coupled to small tractors. Our first step was to prepare a survey on the state of the art of this type of machine through bibliographical consultations, visits and exchange of information with national and international manufactures. After that phase, the conceptual, preliminary and detailed project emerged, in a way to obtain a modular system for the automated transplant of seedlings. Having concluded this specification, we set out for the construction of the prototype, for testing and suggestions for future works. We also intend to contribute for the development of modulate products, implementing, publishing and presenting suggestions of documents that organize the generation of these systems. We believe these products will help to improve family agriculture, helping the fixation of man to the land and reducing rural exodus.

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE SIGLAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiii
 CAPÍTULO I	
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 ASPECTOS GERAIS DA AGRICULTURA BRASILEIRA.....	01
1.2 ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA AGRICULTURA BRASILEIRA...	03
1.2.1 A cultura da cebola	03
1.2.2 A cultura do fumo	04
1.2.3 A cultura do repolho	05
1.2.4 A cultura do tomate	06
1.2.5 A mecanização do transplante de mudas	06
1.3 FONTES DE POTÊNCIA UTILIZADAS PELOS PEQUENOS AGRICULTORES	07
1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO	08
1.5 JUSTIFICATIVAS DO TRABALHO	09
1.6 CONTEÚDO DO TRABALHO	10
 CAPÍTULO II	
2 ESTADO DA ARTE DOS EQUIPAMENTOS EXISTENTES	14
2.1 INTRODUÇÃO	14
2.2 TRANSPLANTADORAS DE ALIMENTAÇÃO MANUAL	14
2.2.1 Transplantadora de mudas com alimentação por gravidade	15
2.2.2 Transplantadora de mudas com alimentação no sulco	15
2.3 TRANSPLANTADORA DE MUDAS DE FUMO TIPO SOUZA CRUZ	17
2.4 PLANTADORA DE MUDAS TIPO AUTOMOTRIZ DE BRAÇOS RADIAIS.....	19

2.5	TRANSPLANTADORA DE MUDAS TIPO DUPLO DISCO FLEXÍVEL ..	20
2.6	TRANSPLANTADORAS DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA.....	21
2.6.1	Transplantadora de mudas com alimentação por fitas	22
2.6.2	Transplantadora de mudas com alimentação por bobinas	23
2.7	TRANSPLANTADORAS DE MUDAS COMERCIALMENTE DISPONÍ- VEIS	25
2.8	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS MÁQUINAS CITADAS	31
2.9	CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO ESTADO DA ARTE DAS MÁ- QUINAS TRANSPLANTADORAS	33
2.10	PROJETO DE PRODUTO.....	34
2.11	METODOLOGIAS DE PROJETO QUE ABORDAM O TEMA SISTE- MAS MODULARES	36
2.12	VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS PRODUTOS E SISTEMAS MO- DULARES	38
2.13	METODOLOGIA DE PROJETO DE SISTEMAS MODULARES.....	43
2.14	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS METODOLOGIAS	44
 CAPÍTULO III		
3	PROJETO INFORMACIONAL.....	47
3.1	INTRODUÇÃO	47
3.2	DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CICLO DE VIDA DA TRANS- PLANTADORA	49
3.3	DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS POTENCIAIS CONSU- MIDORES.....	51
3.3.1	Tipificação de estabelecimentos agrícolas de Santa Catarina.....	52
3.4	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PROJETO	54
3.5	IDENTIFICAÇÃO DOS DESEJOS E DAS NECESSIDADES DOS CLIEN- TES E USUÁRIOS DO PROJETO	55
3.6	ESTABELECIMENTO DOS REQUISITOS DOS CLIENTES	56
3.6.1	Parâmetros agronômicos.....	56
3.6.2	Parâmetros mecânicos	57
3.6.3	Lista das necessidades e desejos dos clientes	58
3.7	ESTABELECIMENTO DOS REQUISITOS DO PROJETO	59
3.8	APLICAÇÃO DA CASA DA QUALIDADE E DA ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO	61
3.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64

CAPÍTULO IV

4	PROJETO CONCEITUAL DA MÁQUINA TRANSPLANTADORA DE MUDAS MODULAR	69
4.1	INTRODUÇÃO	69
4.2	ESTABELECIMENTO DAS ESTRUTURAS FUNCIONAIS	73
4.3	ESTABELECIMENTO DAS ESTRUTURAS FUNCIONAIS ALTERNATIVAS PARA CADA VARIANTE DA FUNÇÃO GLOBAL	75
4.4	CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES CONTIDAS NAS VARIANTES E NA FUNÇÃO GLOBAL DA MÁQUINA TRANSPLANTADORA.....	90
4.5	ESTABELECIMENTO DOS MÓDULOS FUNCIONAIS QUE VÃO COMPOR AS ALTERNATIVAS DE ESTRUTURAS DAS VARIANTES E DA FUNÇÃO GLOBAL	93
4.6	SELEÇÃO DA ESTRUTURA FUNCIONAL QUE MELHOR ATENDE AO PROBLEMA DE PROJETO	95
4.7	ESTABELECIMENTO DOS MÓDULOS CONSTRUTIVOS QUE MELHOR ATENDEM AO PROBLEMA DE PROJETO	99
4.8	ESTABELECIMENTO DAS CONCEPÇÕES DO PRODUTO QUE MELHOR ATENDEM AO PROBLEMA DE PROJETO.....	103
4.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O ESTABELECIMENTO DO CONCEITO.....	107

CAPÍTULO V

5	PROJETO PRELIMINAR, DETALHADO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	108
5.1	INTRODUÇÃO	108
5.2	PROJETO PRELIMINAR	108
5.3	MÓDULO AU 8.....	112
5.4	MÓDULO B 1.....	113
5.5	MÓDULO E 1.....	114
5.6	MÓDULO AU 1.....	115
5.7	MÓDULO AU 2.....	116
5.8	MÓDULO AU 3.....	117
5.9	MÓDULO AU 4.....	118
5.10	MÓDULO AU 5.....	118
5.11	MÓDULO AU 6.....	119
5.12	MÓDULO AU 7.....	120

5.13	MÓDULO AU 9.....	121
5.14	DESENHOS DE MONTAGEM DA MÁQUINA TRANSPLANTADORA DE MUDAS.....	121
5.15	CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO MÁQUINA TRANSPLANTADORA DE MUDAS.....	122
5.16	APLICAÇÃO DO FMEA NO MECANISMO DOSADOR DE MUDAS....	124
5.16.1	Seleção dos efeitos mais importantes e levantamento das causas dos modos de falha	127
5.16.2	Apresentação das possíveis soluções com base nos efeitos, modos e causas das falha	128
5.16.3	Comentários e conclusões sobre a aplicação do FMEA.....	128
5.17	CONCLUSÕES SOBRE O PROJETO PRELIMINAR E DETALHADO ...	130
 CAPÍTULO VI		
6	TESTES DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	130
6.1	INTRODUÇÃO	131
6.2	MATERIAL E MÉTODO DE AVALIAÇÃO.....	131
6.2.1	Material	131
6.2.1.1	Espécime ensaiada	131
6.2.1.2	Mudas utilizadas	132
6.2.1.3	Equipamentos, aparelhos e instrumentos utilizados.....	132
6.3	MÉTODO DE AVALIAÇÃO DOS TESTES DE CAMPO.....	132
6.3.1	Descrição da realização dos testes de campo	133
6.4	CONCLUSÕES SOBRE OS TESTES DE CAMPO	136
 CAPÍTULO VII		
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	139
7.1	INTRODUÇÃO	139
7.2	ASPECTOS GERAIS SOBRE O PROTÓTIPO CONSTRUÍDO.....	139
7.3	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	141
7.4	CONCLUSÕES GERAIS.....	143
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		145
 APÊNDICES		149

GLOSSÁRIO	173
ANEXO	179

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	- Fluxograma das Tarefas de Desenvolvimento e Construção do Protótipo da Máquina Transplantadora de Mudas.....	13
Figura 2.1	- Concepção do Tipo de Alimentação por Gravidade	15
Figura 2.2	- Vista da Máquina em Perspectiva	16
Figura 2.3	- Transplantadora Tipo Souza Cruz.....	17
Figura 2.4	- Vista Lateral da Máquina	19
Figura 2.5	- Detalhe do Conjunto Plantador.....	20
Figura 2.6	- Esquema de Transplantadora Tipo Duplo Disco Flexível.....	20
Figura 2.7	- Vista Superior do Conjunto	21
Figura 2.8	- Vista da Montagem do Alimentador de Carretel	22
Figura 2.9	- Detalhe do Conjunto Transplantador	23
Figura 2.10	- Concepção Utilizando Braços Transplantadores	23
Figura 2.11	- Detalhe da Alimentação da Máquina	24
Figura 2.12	- Vista Superior da Concepção com Alimentação por Bobinas de Mudas.....	25
Figura 2.13	- Transplantadora de Mudas IADEL-2000	26
Figura 2.14	- Transplantadora de Mudas MTM-2000	27
Figura 2.15	- Transplantadora de Mudas de Fabricação Francesa.....	27
Figura 2.16	- Transplantadora de Mudas de Fabricação Holandesa.....	28
Figura 2.17	- Detalhe do Dosador de Mudas da Máquina de Fabricação Holandesa.....	29
Figura 2.18	- Máquina Fabricada pela Firma Italiana Fedele Mario.....	29
Figura 2.19	- Máquina Minifox Fabricada pela Firma Italiana Checchi & Magli ...	30
Figura 2.20	- Máquina Minitex Fabricada pela Firma Italiana Checchi & Magli.....	31
Figura 2.21	- Fluxo Principal da Metodologia de Projeto de Sistemas Modulares	44
Figura 3.1	- Fluxo Detalhado do Projeto Informacional do Sistema Modular .	48
Figura 3.2	- Casa da Qualidade para a Máquina Transplantadora de Mudas Mudge 1	62

Figura 3.3	- Casa da Qualidade para a Máquina Transplantadora de Mudas Mudge 2	63
Figura 4.1	- Fluxo detalhado do Projeto Conceitual do Sistema Modular	71
Figura 4.2	- Função Global para o Transplante de Mudas	74
Figura 4.3	- Variante 1 da Função Global para o Transplante de Mudas.....	74
Figura 4.4	- Variante 2 da Função Global para o Transplante de Mudas.....	75
Figura 4.5	- Variante 3 da Função Global para o Transplante de Mudas.....	75
Figura 4.6	- Legenda das Estruturas Funcionais	77
Figura 4.7	- Estrutura Funcional 1.1 da Variante 1	79
Figura 4.8	- Estrutura Funcional 1.2 da Variante 1	80
Figura 4.9	- Estrutura Funcional 1.1 da Variante 2	82
Figura 4.10	- Estrutura Funcional 1.2 da Variante 2	82
Figura 4.11	- Estrutura Funcional 1.1 da Variante 3	84
Figura 4.12	- Estrutura Funcional 1.2 da Variante 3	84
Figura 4.13	- Estrutura Funcional 1.1 da Função Global	87
Figura 4.14	- Estrutura Funcional 1.2 da Função Global	88
Figura 4.15	- Estrutura Funcional 1.3 da Função Global	89
Figura 4.16	- Estrutura Funcional Selecionada para Atender o Problema de Projeto	98
Figura 4.17	- Vista em Perspectiva da Concepção Escolhida para a Máquina Transplantadora de Mudas	107
Figura 5.1	- Fluxo Detalhado do Projeto Preliminar do Sistema Modular	109
Figura 5.2	- Módulo AU 8.....	113
Figura 5.3	- Módulo B 1	114
Figura 5.4	- Módulo E 1	115
Figura 5.5	- Módulo AU 1	116
Figura 5.6	- Módulo AU 2.....	117
Figura 5.7	- Módulo AU 3.....	117
Figura 5.8	- Módulo AU 4.....	118
Figura 5.9	- Módulo AU 5.....	119
Figura 5.10	- Módulo AU 6.....	119
Figura 5.11	- Módulo AU 7.....	120
Figura 5.12	- Módulo AU 9.....	121
Figura 5.13	- Módulos que Compõem o Sistema Modular.....	122
Figura 5.14	- Sistema Modular	123
Figura 5.15	- Vista Lateral da Máquina Transplantadora de Mudas.....	123

Figura 5.16	- Vista da Máquina Transplantadora de Mudas com Foco na Queda da Muda	124
Figura 5.17	- Vista de Topo do Módulo Transplantador.....	129
Figura 6.1	- Vista Lateral do Operador que Alimenta o Alojador de Mudas da Máquina Transplantadora	134
Figura 6.2	- Vista Superior do Alojador de Mudas da Máquina Transplantadora	134
Figura 6.3	- Vista de Formação da Fileira de Mudas pela Máquina Transplantadora	135
Figura 6.4	- Posição da Muda	135
Figura 6.5	- Vista do Microtrator com a Transplantadora.....	136
Figura 7.1	- Desenho Conceitual do Conjunto Microtrator/Pulverizador de Barra Transversal	142
Figura 7.2	- Desenho Conceitual do Conjunto Microtrator/Distribuidor de Calcário	142
Figura 7.3	- Desenho Conceitual do Conjunto Microtrator/Módulo de Semeadura.....	143

LISTA DE SIGLAS

DESER	-	Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais
AFUBRA	-	Associação dos Fumicultores do Brasil
EPAGRI	-	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
QFD	-	Desdobramento da Função Qualidade
NeDIP	-	Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos
CEPA/SC	-	Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
VBP	-	Valor Bruto da Produção
FAO	-	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
INCRA	-	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
FEMEA	-	Análise dos Modos e dos Efeitos das Falhas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	- Distribuição das Fontes de Potência nas Propriedades Rurais	07
Tabela 2.1	- Avaliação dos Conceitos/Modelos de Transplantadoras Estudados	32
Tabela 2.2	- Informações sobre as Principais Publicações na Área de Desenvolvimento de Produtos e Sistemas Modulares	37
Tabela 2.3	- Vantagens e Limitações dos Itens Modulares para Fabricantes e Usuários segundo Pahl e Beitz.....	42
Tabela 3.1	- Análise do Ciclo de Vida da Transplantadora de Mudas.....	50
Tabela 3.2	- Santa Catarina: Critérios para Classificação Social dos Tipos de Produtores Rurais, segundo o Instituto CEPA/SC	52
Tabela 3.3	- Santa Catarina: Número de Estabelecimentos e Percentual da Produção de acordo com os “Pré-tipos” de Agricultores.....	53
Tabela 3.4	- Santa Catarina: População Urbana e Rural, por grupo de Idade - 1980/91	54
Tabela 3.5	- Estruturação do Estabelecimento dos Requisitos de Projeto	60
Tabela 3.6	- Especificação do Projeto para a Transplantadora de Mudas	64
Tabela 4.1	- Arranjo das Funções Elementares Estabelecidas para a Variante 1 da Função Global do Sistema Modular	78
Tabela 4.2	- Arranjo das Funções Elementares Estabelecidas para a Variante 2 da Função Global do Sistema Modular	80
Tabela 4.3	- Arranjo das Funções Elementares Estabelecidas para a Variante 3 da Função Global do Sistema Modular	83
Tabela 4.4	- Arranjo das Funções Elementares Estabelecidas para a Variante 1 da Função Global do Sistema Modular	85
Tabela 4.5	- Classificação das Funções em: Iguais, Parcialmente Iguais, Semanticamente Iguais e Diferentes.....	91
Tabela 4.6	- Estabelecimento dos Módulos Funcionais que Compõem o Sistema Modular (Transplantar Mudas).....	93
Tabela 4.7	- Matriz de Seleção da Alternativa de Estrutura Funcional para a Variante Geral	95

Tabela 4.8	- Matriz de Seleção da Alternativa de Estrutura Funcional para a Variante 1.....	97
Tabela 4.9	- Geração dos Módulos Construtivos do Sistema Modular.....	99
Tabela 4.10	- Matriz de Alternativas dos Princípios de Solução para os Módulos Construtivos	101
Tabela 4.11	- Matriz de Alternativa Construtiva para a Máquina Transplantadora	104
Tabela 4.12	- Matriz de Estimativa do Custos dos Módulos Construtivos para a Máquina Transplantadora	105
Tabela 4.13	- Matriz de Seleção da Alternativa Construtiva mais Promissora.	106
Tabela 5.1	- Componentes e Funções do Mecanismo Dosador	125
Tabela 5.2	- Componentes Modo de Falhas e Efeitos do Mecanismo Dosador	126
Tabela 5.3	- Causas do Modo de Falha do Mecanismo Dosador.....	127
Tabela 5.4	- Princípio de Solução para as Causas do Modo de Falha do Mecanismo Dosador.....	128

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1 ASPECTOS GERAIS DA AGRICULTURA BRASILEIRA

No Brasil, de maneira geral, a agricultura familiar não vem recebendo das políticas públicas o apoio necessário para desenvolver-se, o que tem gerado graves conseqüências sociais e econômicas tais como: o êxodo rural, com cerca de 28 milhões de pessoas evadidas do campo nos últimos 30 anos; a fome, que assola 32 milhões de indigentes brasileiros; e o inchaço das cidades, trazendo miséria, desemprego e violência. Para os trabalhadores urbanos, a conseqüência foi o aumento dos preços dos alimentos, fruto da priorização às culturas de exportação e pelo aumento dos preços dos insumos agrícolas (principalmente na década de 80, quando superaram a inflação), afetando a renda dos cidadãos urbanos que passaram a gastar uma parcela maior dos seus proventos na compra de alimentos (DESER, 1997).

O desenvolvimento de estados e pequenos municípios baseado apenas no setor urbano/industrial vem mostrando-se inviável na maioria dos casos. O sonho de atrair médias e grandes indústrias para as pequenas e médias cidades, apostando todos os recursos públicos para gerar empregos e ou aumentar a arrecadação fiscal, está cada vez mais difícil de concretizar-se. Durante muitos anos, essa perspectiva de desenvolvimento vem norteando as ações de muitas administrações nos âmbitos federal, estadual e municipal, mas é hoje a realidade de número quase insignificante de municípios.

Apesar de tudo, a prática da agricultura familiar mantém-se presente em todas as regiões do país, mostrando ser um dos segmentos de maior importância econômica e social do meio rural, com grande potencial de fortalecimento e crescimento. Além disso, a agricultura familiar é um setor estratégico para manter e recuperar o emprego, para redistribuir a renda, para garantir a soberania alimentar do país e para construir o desenvolvimento sustentável.

A agricultura familiar emprega hoje, no Brasil, cerca de 80% das pessoas que trabalham na área rural, representando cerca de 18% do total da população economicamente ativa. Também é responsável pela **produção de 80% dos alimentos** que chegam à mesa dos brasileiros (DESER, 1997).

A agricultura é o principal agente propulsor do desenvolvimento comercial e, conseqüentemente, dos serviços nas pequenas e médias cidades do interior do Brasil. Basta um pequeno incentivo à agricultura para que se obtenham respostas rápidas nos outros setores econômicos. Iniciar um projeto de desenvolvimento municipal, ou mesmo regional, baseado na agricultura sustentável e, principalmente, nos agricultores familiares, não é apenas uma proposta política para o setor rural, é uma necessidade e uma condição de sobrevivência para a economia de muitos municípios brasileiros. É o desenvolvimento com distribuição de renda no setor rural que viabiliza e sustenta o desenvolvimento do setor urbano (DESER, 1997).

Os pequenos agricultores, especialmente aqueles que utilizam a mão-de-obra familiar na produção, são os que mais necessitam de apoio. Boa parcela deles, os mais atrasados, encontra-se ainda numa situação de subsistência. Outro segmento dos pequenos agricultores, mais evoluído, pratica agricultura comercial mas sofre forte competição no mercado, que compromete sua renda. Para romper tal situação, é fundamental a **melhoria tecnológica e o aumento de produtividade** da pequena propriedade. A melhoria de vida dos agricultores familiares resultará na manutenção do emprego no campo, o que acaba por contribuir para a não concentração da terra.

O setor agrícola de Santa Catarina representa importante atividade da economia estadual, respondendo por 17,4% do PIB estadual. O *agribusiness* chega a contribuir com mais de 40% do PIB estadual (BITTENCOURT; BIANCHINI, 1996).

Os três mil estabelecimentos de indústrias agrícolas e agro-alimentares, por si sós, respondem por 19% da renda do Estado de Santa Catarina, empregando cerca de 35 mil pessoas (BITTENCOURT; BIANCHINI, 1996).

Mas na produção agrícola o território catarinense apresenta consideráveis limitações. O relevo, bastante acidentado, associado a extensas áreas com pedregosidade e afloramento de rochas, atua como fator limitante, restringindo a apenas 30% os solos aptos a práticas convencionais de manejo. Mesmo assim, 25% de seu território é ocupado com áreas cultivadas (BITTENCOURT; BIANCHINI, 1996).

Santa Catarina está entre os seis principais estados produtores de alimentos e apresenta os maiores índices de produtividade por área, graças à

capacidade de trabalho e inovação do agricultor e ao caráter familiar de mais de 90% das 203 mil propriedades agrícolas (BITTENCOURT; BIANCHINI, 1996).

Segundo dados da Síntese Anual da Agricultura de 1994, do Instituto CEPA, o valor bruto da produção agropecuária do Estado de Santa Catarina para a safra 1992/93 foi de US\$ 2,340 bilhões.

Entre as lavouras temporárias, o principal produto é o fumo em folhas, responsável por 31,18% dessa categoria, seguido do milho (28,85%), do feijão (10,01%), do arroz (7,47%) e da soja (6,60%). Entre as olerícolas, destacam-se a cebola (3,92%) e o alho (3,53%). Entre as lavouras permanentes o principal produto é a maçã, com 52,62% da categoria, seguida da banana (29,25%), uva (14,03%) e laranja (4,10%). Na produção pecuária, o principal produto é o frango, com 49,33%, seguido dos suínos (35,57%) e bovinos (15,10%) (BITTENCOURT; BIANCHINI, 1996).

Como principais geradoras de divisas dos agricultores familiares e de muita importância econômica e social para o Estado destacam-se as culturas de **cebola, fumo, repolho e tomate**, que dominam a agricultura familiar, por suas semelhanças no cultivo e pela forma de implementá-las nas lavouras.

Os aspectos comuns entre estas culturas são:

- a implementação da lavoura (produção inicia por transplante de mudas);
- a área cultivada média é dois hectares por propriedades.
- o tamanho médio da propriedade do agricultor que a cultiva é de até 20 hectares.

A seguir é feita uma abordagem específica sobre as culturas de **cebola, fumo, repolho e tomate**, apresentando suas particularidades.

1.2 ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA AGRICULTURA BRASILEIRA

1.2.1 A cultura da cebola

Atualmente a cebola é a terceira hortaliça em termos de produção agrícola no Brasil, sendo superada apenas pela batata e pelo tomate.

A região sul continua respondendo por mais de 50% do volume de produção interna. Neste último ano, contribuiu com 54,4% da oferta nacional,

com destaque para Santa Catarina, maior produtor nacional, que ofertou 27,8% do total da colheita do país (INSTITUTO CEPA, 1998).

Em Santa Catarina, a cebola caracteriza-se como cultura típica de pequena propriedade rural, com utilização de mão-de-obra familiar. A área média cultivada em cada propriedade é de aproximadamente 2ha.

A prática mais freqüente entre os produtores é o transplante manual de mudas previamente cultivadas em sementeiras. Tal sistema de cultivo absorve grande quantidade de mão-de-obra, sendo este, em muitos casos, o fator limitante da área total a ser cultivada.

Conforme dados do Instituto Cepa (1998), aproximadamente 30% dos custos totais no cultivo da cebola são decorrentes de custos com mão-de-obra cujo ponto negativo relevante reside em ser o transplante manual operação de extremo desgaste físico para o produtor.

1.2.2 A cultura do fumo

O Brasil produz hoje aproximadamente 500.000 toneladas de fumo por ano, colocando-se entre os maiores produtores do mundo. Desde 1993, o Brasil é o maior exportador mundial de fumo, em volume. (AFUBRA, 1996/97).

A cultura do fumo é desenvolvida em mais de 600 municípios dos três Estados da Região Sul. Em média cerca de 160.000 famílias de pequenos agricultores, que em geral possuem propriedades inferiores a 20 hectares, dos quais cerca de 2 hectares são utilizados para o plantio de fumo. A fumicultura na Região Sul é desenvolvida através do Sistema Integrado de Produção entre indústrias e agricultores desde 1918.

Na área econômica, o fumo é responsável pela arrecadação de grandes somas em impostos: somente em 1996 totalizaram cerca de 6,2 bilhões de dólares recolhidos ao País. Em 1996, as exportações brasileiras de fumo e seus derivados totalizaram 1,5 bilhão de dólares, o que representou 2,5% do total das exportações brasileiras. (AFUBRA, 1996/97).

No campo social, a atividade fumageira é grande geradora de empregos diretos e indiretos. Somente no meio rural, o fumo ocupa a mão-de-obra de mais de 850.000 agricultores. Além disso, as usinas de beneficiamento e as fábricas de cigarros empregam mais de 30.000 pessoas. (AFUBRA, 1996/97).

Considerando a soma total dos empregos diretos e indiretos gerados pelo fumo desde o seu plantio até a comercialização do cigarro, há o envol-

vimento de aproximadamente 2,5 milhões de pessoas que de alguma forma estão vinculadas ao setor. (AFUBRA, 1996/97). Convém salientar que o fumo se constituiu na principal fonte de renda para as mais de 160.000 famílias de agricultores. (AFUBRA, 1996/97).

Outro fator a ser observado é que nas regiões fumageiras são necessários, em média, 9 hectares de milho para compensar o faturamento de um hectare de fumo. Esses dados demonstram que a fumicultura é a grande responsável pela preservação da cobertura florestal, que é superior a 30% nas regiões minifundiárias, e contribui decisivamente para a permanência dos agricultores no meio rural. (AFUBRA, 1996/97).

A comprovada qualidade do fumo brasileiro não deixa dúvidas de que o País tem plenas condições de aumentar a sua participação no mercado internacional. O setor fumageiro está permanentemente em busca de novas tecnologias, com o propósito de melhorar a produtividade e a qualidade de seu produto.

A prática mais freqüente entre os produtores é o transplante manual de mudas previamente cultivadas em sementeiras, que absorve grande quantidade de mão-de-obra, sendo este, em muitos casos, o fator limitante da área total a ser cultivada como se viu aqui, no cultivo de cebola.

1.2.3 A cultura do repolho

É um vegetal que pertence à mesma família da couve, mas se diferencia desta pelo formato redondo e compacto. Há basicamente três variedades de repolho: o repolho branco, mais comum, o repolho-verde ou repolho-cresto e o repolho-roxo.

Pela importância que essa cultura representa para o Estado, em Santa Catarina fez-se o seu zoneamento com dados de 26 estações agrometeorológicas, com períodos de observação variáveis de 10 a 30 anos, para montar uma série histórica de dados que representem o clima nas diversas regiões. Os índices utilizados para delimitar as regiões de aptidão do repolho foram determinados por meio de revisão bibliográfica juntamente com as respostas biológicas observadas por técnicos da Epagri, em sua Rede Experimental, no período de 1970 a 2000 (EPAGRI, 2000).

O repolho pode ser cultivado em qualquer clima, inclusive nos de

temperaturas muito altas ou muito baixas, de acordo com a sua variedade. Prefere solos sílico-argilosos, férteis, ricos em matéria orgânica.

As mudas são transplantadas quando tiverem 5 ou 6 folhas, diretamente para o lugar definitivo, com espaçamento de 50 a 80 cm entre fileiras simples e de 30 a 40 cm entre plantas. Para plantar em fileiras duplas, o espaçamento deve ser de 30 cm entre as duas fileiras e de 30 cm entre as plantas.

A colheita é feita 90 a 120 dias após o transplante, quando as cabeças estiverem bem firmes, porque, se colhidas antes, ainda fofas, murcham com facilidade, perdendo valor.

1.2.4 A cultura do tomate

A maior produtora de tomate do Estado é a região do município de Caçador, no Meio Oeste, produzindo cerca de 300.000 caixas de 20 kg em média (EPAGRI, 2000).

A importância do tomate no Brasil é muito grande. O Brasil cultiva anualmente cerca de 20.000 ha de tomate para processamento industrial e em torno de 50.000 ha de tomate para consumo fresco, colhendo anualmente mais de dois milhões de toneladas (EPAGRI, 2000).

A prática usual entre os produtores é o transplante manual de mudas previamente cultivadas em sementeiras. Esse sistema de cultivo absorve grande quantidade de mão-de-obra, sendo este, em muitos casos, o fator limitante da área total a ser cultivada.

Hoje no Estado de Santa Catarina não é usual o emprego de máquinas para transplantar tomate. É atividade manual, mas por suas características agrônômicas, o tomate pode ser transplantado com a mesma máquina que transplanta o fumo, sem danos nem perda de mudas.

1.2.5 A mecanização do transplante de mudas

As máquinas disponíveis hoje, para fazer o transplante, não são adequadas aos agricultores de pequenas propriedades, devido ao custo de aquisição, à fonte de potência empregada e ao porte da máquina, fazendo com que

esses deixem de ser competitivos nessa área de atuação, induzindo-os a migrar para as cidades, causando outros problemas.

Essa falta de mecanização adequada às necessidades regionais deve-se em parte ao fato de a maioria das companhias que desenvolvem máquinas agrícolas serem multinacionais e por trabalharem com produtos globais. Ou seja, são produtos em tese desenvolvidos para atender necessidades locais em seus países de origem e hoje estão sendo disponibilizados e vendidos em todo o mundo, sem muitas variáveis. Em muitos casos isso pode inviabilizar a disponibilização dessa tecnologia para determinados grupos de agricultores, constituindo-se essas necessidades regionais uma lacuna para novos desenvolvimentos.

1.3 FONTES DE POTÊNCIA UTILIZADAS PELOS PEQUENOS AGRICULTORES

As principais fontes de potência normalmente utilizadas pelos pequenos agricultores catarinenses resumem-se a microtratores (bastante comuns) e a animais (bovinos e eqüinos). Já tratores de médio e grande porte são encontrados em número reduzido, principalmente em virtude das características geográficas das propriedades deste Estado.

Para se ter noção do grau de utilização desses equipamentos, apresenta-se aqui o levantamento efetuado por Weiss e Santos (1996), na bacia hidrográfica do Tijucas/da Madre (municípios de Águas Mornas, Angelina, Alfredo Wagner, Canelinha, Leoberto Leal, Major Gercino, Nova Trento, Santo Amaro da Imperatriz e São João Batista), localizada na região leste do Estado de Santa Catarina, que mostra os seguintes valores percentuais com relação à distribuição das fontes de potência:

Tabela 1.1 - Distribuição das Fontes de Potência nas Propriedades Pesquisadas

Fonte de Potência	Valor Percentual Encontrado
Tração animal	36%
Trator de rabiças + tração animal	33%
Trator de rabiças	19%
Trator 4 X 2	5%
Trator 4 X 2 + tração animal	5%
Trator 4 X 2 + trator de rabiças	1%

Fonte: Weiss e Santos, (1996).

Além das características geográficas das propriedades, há ainda o fator econômico, pois o custo de médio ou grande porte torna-se inviável para a maioria dos pequenos e médios produtores.

Quanto à adequação dos tratores de rabiça e as condições em que são usados, evidenciam-se alguns aspectos negativos desses equipamentos, como: custo inicial relativamente elevado, precariedade de manutenção, tanto preventiva como corretiva, problemas de ergonomia e segurança em operação, entre outros.

Apesar das deficiências em suas características técnicas e operacionais, os microtratores constituem-se opção mais viável em máquinas para essa faixa de potência requerida pelos pequenos produtores.

Dessa forma, o desenvolvimento de equipamentos agrícolas adequados para realizar as tarefas concernentes ao cultivo de maneira geral em pequenas propriedades (manejo da cobertura vegetal, semeadura e adubação, transporte em geral, tratamentos culturais, entre outras) fica restrito à disponibilidade de pequenas fontes de potência, sejam estas mecânicas ou não.

1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho tem por objetivo principal desenvolver uma máquina para transplantar mudas que possa ser empregada nas culturas de cebola, fumo, repolho e tomate, destinada a pequenos agricultores.

Sob o enfoque do agricultor familiar, e pelas características intrínsecas das culturas e do agricultor, essa máquina será desenvolvida para ter um consumo máximo de potência de até 12 CV.

Serão usadas metodologias desenvolvidas e divulgadas pelo Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos – NeDIP, com o intuito de validar, comprovar, contribuir e divulgar estas metodologias de projeto, além de mostrar sua contribuição prática no desenvolvimento que se está fazendo.

O foco no desenvolvimento dessa máquina é o pequeno agricultor e suas principais características, dentre as quais são: baixo poder aquisitivo e sua grande importância no contexto econômico e social do país.

A mecanização do transplante dará ao agricultor ganhos de competitividade e melhores condições de vida, resultando na sua permanência no campo, com maior oferta de alimentos e geração de divisas na cidade.

No desenvolvimento do produto, buscar-se-á um equipamento otimizado no que diz respeito a custos, fabricabilidade, confiabilidade, manutenibi-

lidade, utilização, entre outros, obtendo dessa forma um produto de alto valor ao alcance dos pequenos agricultores, os quais formam a base da produção de alimentos e geração de divisas deste Estado:

- custos: serão levantados os custos dessa máquina na fase de projeto conceitual, para auxiliar na decisão da escolha da concepção que melhor se adapte às características do poder aquisitivo do agricultor;
- fabricabilidade: que os componentes empregados na máquina sejam fabricados através de tecnologias já difundidas, e de domínio das pequenas e médias empresas;
- confiabilidade: que a máquina desempenhe as funções requeridas, sem apresentar falha em maior período de tempo possível;
- manutenibilidade: seja de fácil manutenção e necessite de pouco tempo e recursos para ser executada e
- fácil uso, visto o baixo grau de instrução do usuário.

1.5 JUSTIFICATIVAS DO TRABALHO

Até o presente momento, tratou-se, de forma geral, dos motivos e dos objetivos que norteiam este trabalho. Neste item, pretende-se ampliar essas discussões com o intuito de deixar mais claro o texto e, assim, justificar o desenvolvimento deste trabalho.

Neste sentido, as justificativas para o desenvolvimento deste trabalho são apresentadas em três tópicos:

- a indisponibilidade ou a falta de implementação de tecnologia apropriada para máquinas transplantadoras de mudas que atendam as necessidades das pequenas propriedades rurais;
- a importância e a necessidade de fornecer condições competitivas ao agricultor e mantê-lo no campo, proporcionando-lhe uma vida menos árdua, e
- a importância do projeto de uma máquina modular para o transplante de mudas.

Como esse tipo de máquina não é alvo dos grandes grupos que desenvolvem e fabricam máquinas agrícolas, é mínima a oferta para o agricultor familiar. Assim, através deste trabalho se buscará uma contribuição para a mecanização das

atividades no campo, principalmente na pequena propriedade, capacitando o agricultor a enfrentar os concorrentes internacionais devido à globalização.

Observa-se também que o pequeno agricultor está de certa forma sem alternativas desse tipo de equipamento, pois os existentes são apropriados a médios e grandes agricultores. Por exemplo: para o transplante do fumo, os disponíveis no mercado são acoplados a tratores de no mínimo 70 CV. Como geralmente o agricultor que planta em média dois ha tem propriedade não superior a 20 ha, na atual conjuntura certamente não terá condições para adquiri-lo.

O transplante manual de mudas é atividade de muito desgaste físico e extremamente desconfortável, sendo estes, algumas vezes, os limitadores da área plantada, sendo a mecanização alternativa para remover esses empecilhos.

Através da alternativa do transplante mecanizado pretende-se melhorar essa situação, contribuindo com produções maiores e aumento na geração de divisas sem levar o agricultor ao desgaste físico extremo, oferecendo-lhe perspectivas de uma vida mais tranqüila e segura no campo.

Os produtos modulares, obtidos através da aplicação de metodologias específicas, vêm permitindo à indústria em geral obter índices cada vez mais elevados de produtividade e qualidade, além de reduzir custos de produção e revenda. Por exemplo: automóveis, computadores e móveis são desenvolvidos sob essa óptica de projeto, que literalmente tiveram seus custos reduzidos, baseando-se em conceitos peculiares, como interfaces padronizadas, módulos intercambiáveis e padronização de componentes, entre outros.

1.6 CONTEÚDO DO TRABALHO

Para desenvolver o equipamento em questão, será seguida a metodologia de projeto conforme as linhas de pesquisa desenvolvidas pelo NeDIP. Assim sendo, serão usadas ferramentas de auxílio ao processo de projeto, síntese funcional e matriz morfológica utilizadas dentro da fase de desenvolvimento do projeto conceitual, a fim de auxiliar na escolha da concepção que melhor atenda o problema apresentado. O QFD (Quality Function Deployment), técnica que pode ser empregada durante todo o processo de desenvolvimento de produto, tem por objetivo auxiliar a equipe de desenvolvimento a incorporar ao projeto as reais necessidades dos clientes.

Em síntese, o equipamento em desenvolvimento deve satisfazer a requisitos como:

- baixo custo;
- pequeno porte;
- baixo peso;
- acionado por microtrator;
- eficiente dosagem de mudas;
- eficiente aterramento da muda (fixação);
- simples operação, e
- manutenção barata e simples.

Para desenvolver o equipamento serão seguidas as atividades mostradas no fluxograma da Figura 1.1.

E, com relação à sua estrutura, esta dissertação está subdividida como segue.

O capítulo II enfoca o estado da arte da mecanização da atividade de transplante de mudas. O estudo busca um melhor conhecimento da realidade dos implementos atualmente disponíveis comercialmente e os outros conceitos desenvolvidos. São apresentados exemplos de máquinas transplantadoras desenvolvidas no NeDIP, comercialmente disponíveis no Brasil, e as utilizadas em outros países. É feita uma análise comparativa entre os implementos, levantando as principais características de cada um.

No capítulo III, é descrita a etapa de Projeto Informacional, que teve seu início com a demanda preliminar definida da seguinte forma: “O desenvolvimento de uma máquina modular para o transplante de mudas apropriado a pequenas propriedades rurais”. A partir deste instante, seguindo-se os indicativos da metodologia de projeto, foram pesquisadas informações sobre o tema de projeto. Com as informações obtidas e maior conhecimento sobre a demanda inicial, partiu-se para definir o problema de projeto.

No capítulo IV, de posse das especificações de projeto, são identificadas e estudadas as estruturas funcionais da função global e de cada uma de suas variantes; em seguida são identificados os módulos funcionais que resultam na definição conceitual da máquina transplantadora de mudas. Logo após são apresentadas as alternativas de módulos construtivos para os módulos funcionais do conceito escolhido e, por fim, a apresentação conceitual da máquina transplantadora de mudas.

No capítulo V, são mostradas particularidades dos módulos construtivos, como tipo de material empregado nos componentes e as geometrias principais de cada componente que formam os módulos construtivos. Após a conclusão do detalhamento, é construído e testado em campo um protótipo de uma das variantes.

No capítulo VI, são relatados os testes de campo realizados com o protótipo construído, ressaltando os principais eventos que aconteceram.

O capítulo VII trata das considerações finais sobre o trabalho, frisando os pontos que mais se sobressaíram durante a sua execução, e na seqüência, com o intuito de balizar futuros trabalhos que possam ser feitos nessa área, são apresentadas algumas recomendações.

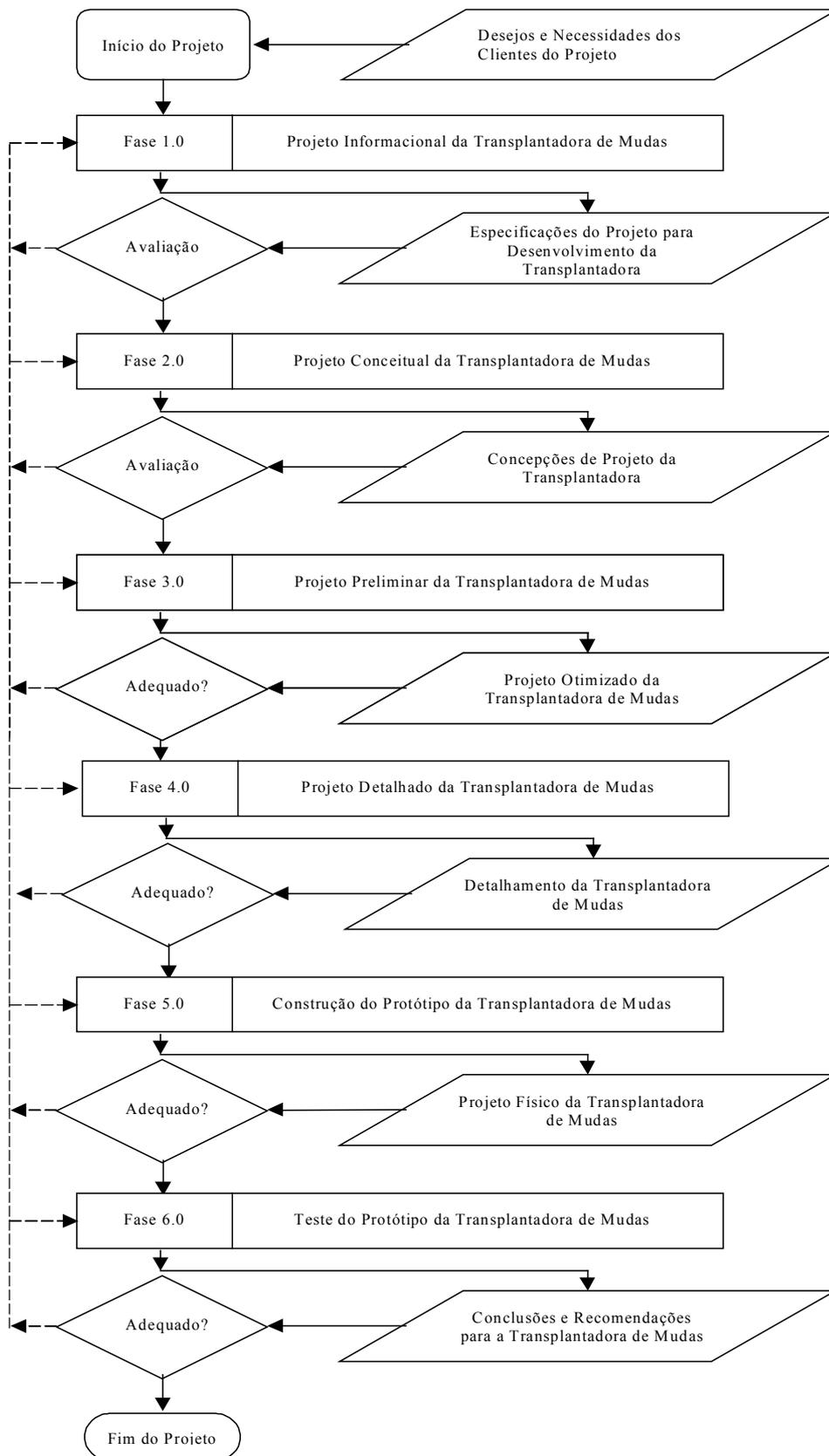


Figura 1.1 - Fluxograma das Tarefas de Desenvolvimento e Construção do Protótipo da Máquina Transplantadora de Mudanças

CAPÍTULO II

2. ESTADO DA ARTE DOS EQUIPAMENTOS EXISTENTES PARA TRANSPLANTAR MUDAS

2.1 INTRODUÇÃO

No presente capítulo serão apresentadas e analisadas as principais concepções de máquinas transplantadoras de mudas encontradas na literatura, catálogos de fabricantes, relatórios de pesquisa e *home page* de fabricantes, entre outros. Para cada concepção apresentada, será feita uma análise de seu funcionamento, assim como dos seus principais elementos constituintes. Será avaliada a viabilidade técnica e econômica para cada caso. As informações aqui levantadas serão a base para determinar os parâmetros de projeto, tendo como objetivo a escolha de uma concepção e a posterior construção de um protótipo.

A finalidade de um equipamento dessa natureza é a abertura de um sulco, distribuição e dosagem de adubo e mudas, e o aterramento da muda. Assim as mudas serão distribuídas uniformemente nas linhas geradas e aterradas (transplantadas), constituindo-se num requisito fundamental para o desenvolvimento da muda e para a produtividade da cultura.

No que tange aos pequenos produtores agrícolas, as alternativas de máquinas para realizar essa atividade de transplante de mudas são bastante reduzidas.

2.2 TRANSPLANTADORAS DE ALIMENTAÇÃO MANUAL

Estes equipamentos possuem alguns pontos fracos, como:

- a) necessidade de uma pessoa para fazer a individualização e a dosagem da muda
- b) incapacidade de fazer uma dosagem de mudas com determinada distância entre elas.

2.2.1 Transplantadora de mudas com alimentação por gravidade

Esta concepção, como se vê na Figura 2.2, é acionada por um motor de combustão interna (1) localizado sobre uma base (2), sustentada pelas rodas de tração (3), localizadas na parte anterior da máquina.

Possui dois tubos estruturais (4), os quais, em sua extremidade superior, apresentam as pegas (5), nas quais o operador conduz e equilibra a máquina.

O princípio de funcionamento desta transplantadora é muito simples: as mudas, armazenadas na caixa (6), são depositadas manualmente pelo operador na calha (7), em forma de "V". As mudas escorregam, por gravidade, sobre a calha inclinada, até alcançar o sulco previamente aberto pelo sulcador (8), em formato de "U", onde são fixadas e aterradas pelas lâminas (9), presas no suporte (10). Ao final de cada operação tem-se as mudas transplantadas (11), com espaçamento relativamente grande, regulado pela agilidade e prática do operador.

Avaliando-se a concepção pode-se observar que o grande entrave é a manutenção do espaçamento entre as mudas, que depende, unicamente, da destreza do operador. A alternativa apresentada com o uso de autopropulsão é devido à falta de tratores de pequeno e médio porte com relações de transmissão super-reduzidas.

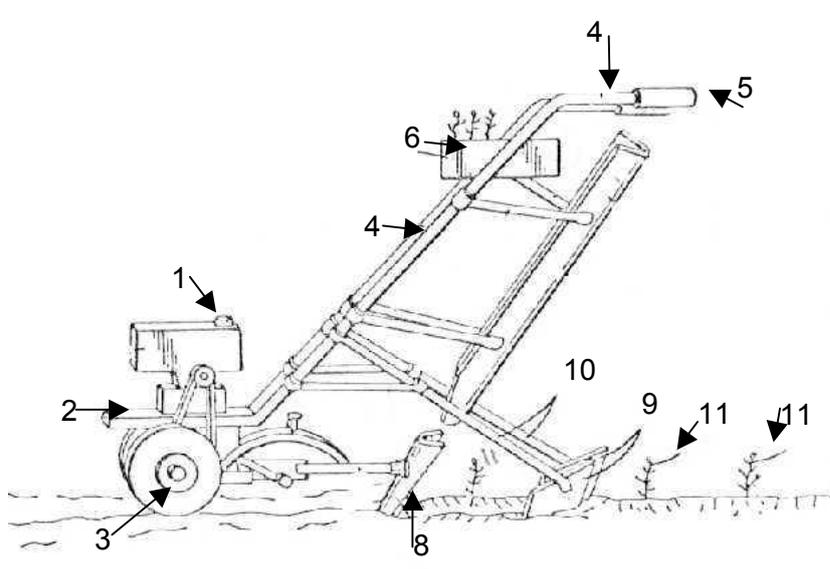


Figura 2.1 - Concepção do Tipo de Alimentação por Gravidade (Patente 4305337)

2.2.2 Transplantadora de mudas com alimentação no sulco

A máquina é concebida para funcionar com dois operadores, sentados

um ao lado do outro, conforme mostra a Figura 2.3.

É constituída por um chassi transversal (1), no qual estão apoiados dois perfis verticais (2) que, nas suas extremidades inferiores, têm fixado os sulcadores (3) com a função de abrir o primeiro sulco. No braço transversal (4), soldado a perfis laterais (5), estão montados os apoios (6) para o descanso dos pés dos operadores. Outros braços transversais (7), soldados aos perfis (5), permitem a fixação das hastes (8) que, em suas extremidades inferiores, suportam sulcadores de menor dimensão deslocados em relação aos primeiros sulcadores (3), entre as abas destes os operadores depositam as mudas.

A máquina apresenta na parte frontal superior as caixas (10), de onde os operadores (12), sentados nas bancadas (17), retiram as mudas (11) para o plantio. No braço transversal (14), localizado na traseira da máquina, estão montados dois suportes verticais (15), onde encontram-se fixados os dispositivos compactadores (16) e uma haste (13) para o engate da roda de sustentação (18). O deslocamento do conjunto é efetuado por engate nos três pontos do trator.

Analisando-se a concepção, pode-se verificar que a posição do operador é extremamente desconfortável, pois trabalha arqueado, tendo de curvar-se ainda mais para depositar as mudas no solo. Outro ponto importante é o fato de o espaçamento das mudas depender unicamente da habilidade do operador de depositá-las sempre no mesmo espaçamento. A forma de compactação da muda deixa aberto no solo um grande sulco que passa a ser uma porta para o início de sua erosão.

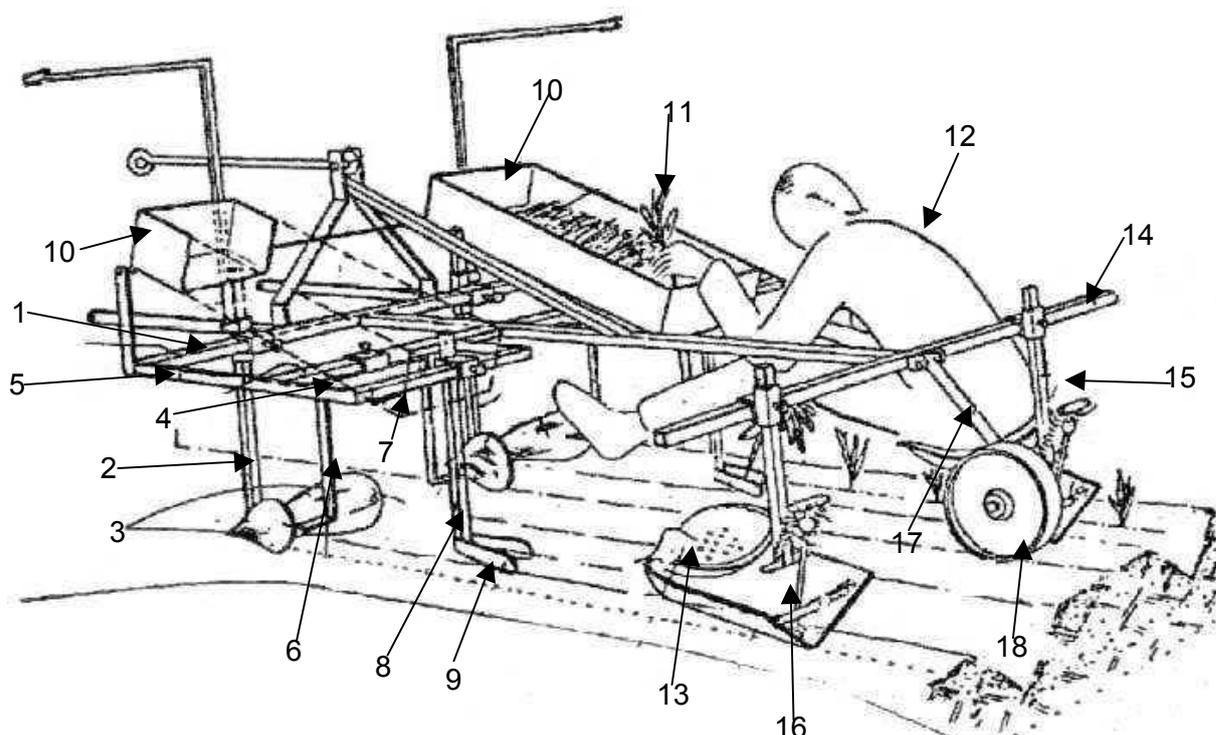


Figura 2.2 - Vista em Perspectiva da Máquina (Patente 2435890)

2.3 TRANSPLANTADORA DE MUDAS DE FUMO - TIPO SOUZA CRUZ

Concepção desenvolvida para o transplante do fumo, permite simultaneamente a adubação, o transplante no espaçamento mínimo entre mudas de 40 cm e a adição de água para facilitar o desenvolvimento da muda. A Figura 2.1 mostra um esquema da concepção em questão.

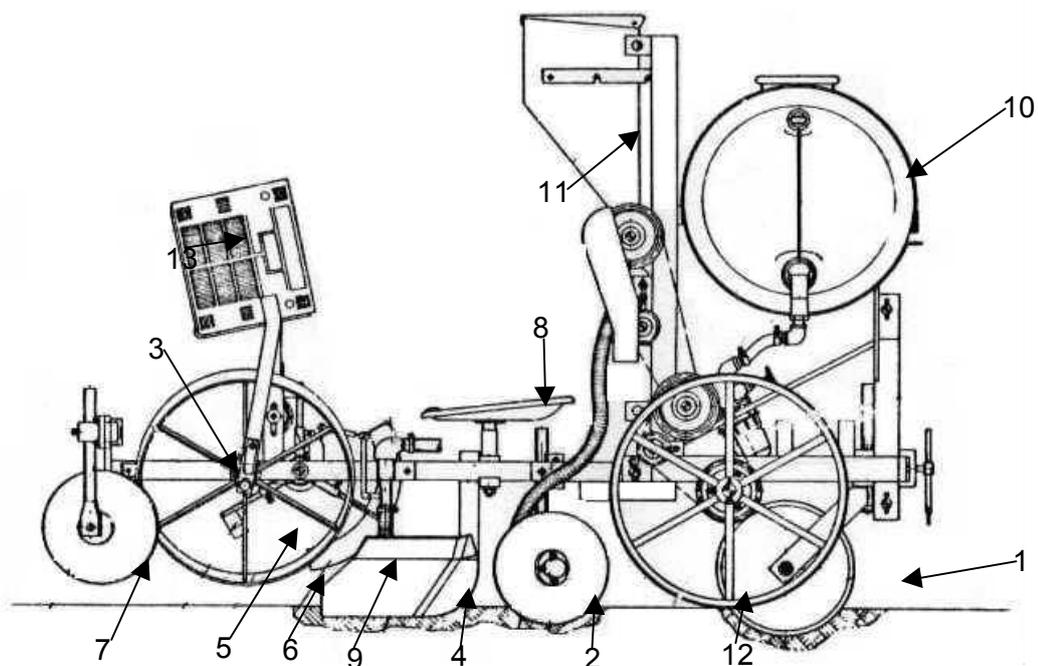


Figura 2.3 - Transplantadora Tipo Souza Cruz (Santos, 1987)

É composta de um disco de corte (1), cuja função é evitar que restos de cultura se aglomerem na frente do sulcador, prejudicando o desempenho da máquina.

Na seqüência, aparecem os discos de adubação (2) que abrem o sulco para o depósito do adubo, numa profundidade de 10 cm. Esses discos estão acoplados na estrutura (3) da transplantadora. Logo atrás deles, localiza-se o sulcador (4), que abre o sulco para as mudas. É provido das regulagens de profundidade e deslocamento longitudinal. A profundidade deverá ser aumentada quando a muda plantada estiver muito superficial, e deverá ser reduzida se a muda ficar muito aterrada, o que pode ocorrer com solo seco ou mudas de menor porte.

O deslocamento longitudinal do sulcador deverá ser feito para trás, se a muda ficar inclinada para trás, ou para frente, se a muda ficar inclinada para frente.

Uma vez colocada a muda no sulco, pelos braços plantadores (5), o solo em torno das mudas é compactado por duas rodas compactadoras (6), uma de cada lado da linha de transplante, ambas com inclinação de 15° em relação à linha vertical, para facilitar a aterrção e a compactação das mudas no solo.

Na parte posterior da transplantadora, estão conectados dois discos de aterração (7), que tem a função de aumentar a quantidade de terra sobre as mudas e cobrir o rastro deixado pelas rodas compactadoras. Esses discos apresentam duas regulagens: uma da sua profundidade e outra de sua distância lateral em relação à linha de plantio.

Nesta máquina, as mudas são alimentadas por dois operadores sentados nas bancadas (8), que as colocam manualmente nos braços transplantadores (5) do mecanismo transplantador.

Esses braços dispõem de garras nas suas extremidades, que, na sua posição de alimentação se encontram abertas; em seguida, através de guias (9), as garras são fechadas para fixar as mudas até a sua liberação no sulco.

Os braços transplantadores são acionados, através de corrente, pelas rodas compactadoras.

Na parte anterior da máquina, tem-se o tambor de água (10) e o depósito de adubo (11).

Tanto o mecanismo de dosagem da adubação como o do fornecimento de água são acionados, através de corrente, pelas rodas de sustentação (12).

Além de ser necessário para o crescimento inicial das mudas, o fornecimento de água favorece o processo de plantio, evitando-se esperar por dias chuvosos para iniciar o transplante. Normalmente se joga em torno de 200 ml de água por muda, mas pode variar, com o tipo de solo e a época do ano, entre outros fatores.

As mudas de fumo são armazenadas na caixa (13) e são plantadas com espaçamento de 50 cm. Para espaçamentos maiores, é possível a alteração de três para dois braços.

A capacidade da transplantadora Souza Cruz é de 2000 mudas/ hora, pesa cerca de 280 kg, tem 1350 mm de largura, 2130 mm de comprimento e 1540 mm de altura.

Observando-se o equipamento, pode-se concluir que o conjunto de braços plantadores permite plantar todas as mudas com o mesmo espaçamento, 50 cm no caso do fumo; entretanto, tal espaçamento é quase sete vezes superior ao recomendado para o transplante de cebola.

As regulagens do sulcador (profundidade e deslocamento longitudinal) permitem condicioná-lo para diferentes tipos e condições de solo ou tamanho das mudas.

2.4 PLANTADORA DE MUDAS TIPO AUTOMOTRIZ DE BRAÇOS RADIAIS

É constituída do chassi (1), conforme indicado na Figura 2.4, onde está apoiado o motor (2) que, através de correia (3) e da roda dentada (4), promovem o deslocamento da máquina.

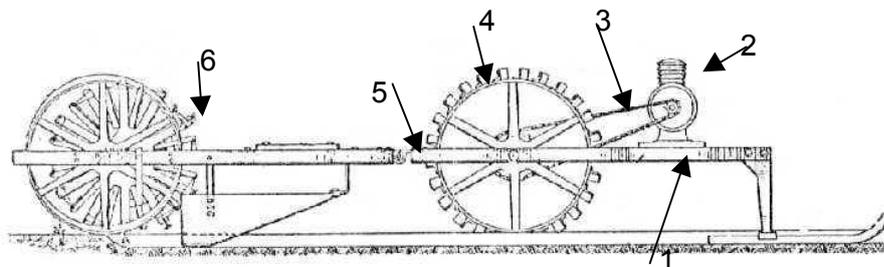


Figura 2.4 - Vista Lateral da Máquina (Patente 1888143)

O engate (5) acopla a parte motriz ao conjunto plantador (6), que está mais bem esquematizado na Figura 2.5.

Este conjunto constitui-se do sulcador (7), em forma de "U", fixado na estrutura (8). Na seqüência, aparece o disco transplantador (6) com 12 braços radiais, acionados pelas rodas (9), que também servem para o fechamento do sulco e compactação do solo junto das mudas.

Nesta máquina, a muda (10) é alimentada manualmente pelo operador sentado na bancada (11), entre o braço fixo (12) e o fio elástico (13), que está normalmente frouxo. Assim que a haste móvel (14) encontra a guia (15), ocorre a tensão no fio elástico com a fixação da muda, até a posição de transplântio no solo.

O fato de ser automotriz, como citado anteriormente, elimina o problema da falta, no mercado brasileiro, de tratores de pequeno e médio porte com relações de transmissão super-reduzidas.

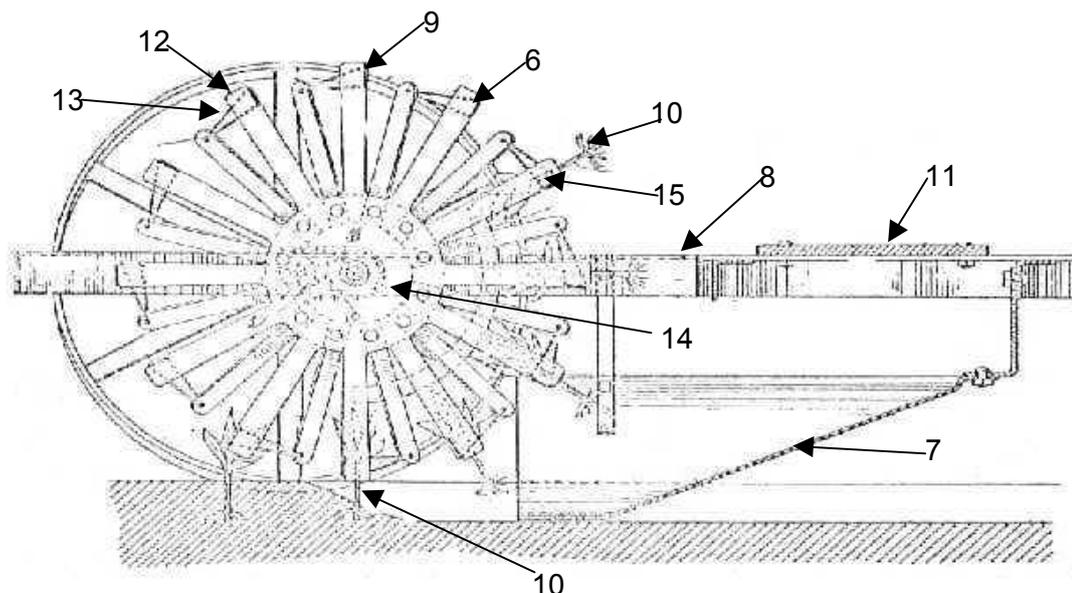


Figura 2.5 - Detalhe do Conjunto Plantador (Patente 1888143)

2.5 TRANSPLANTADORA DE MUDAS TIPO DUPLO DISCO FLEXÍVEL

Na Figura 2.6, o desenho esquemático da máquina destaca seus componentes principais.

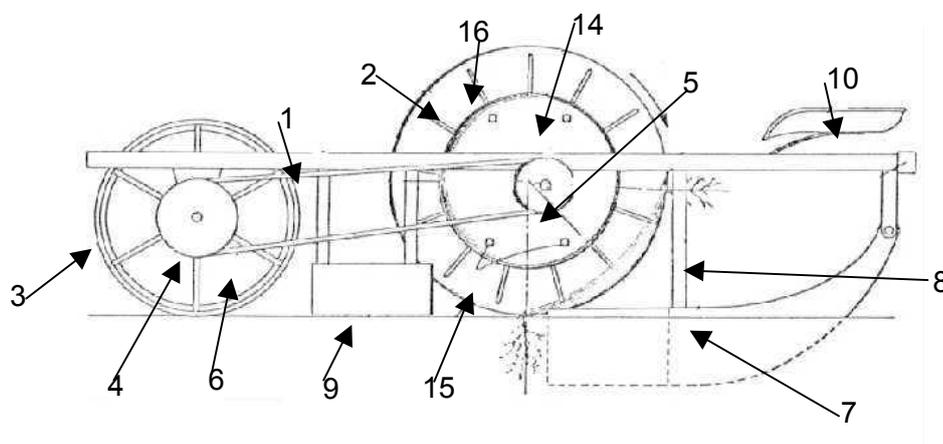


Figura 2.6 - Esquema de Transplantadora Tipo Duplo Disco Flexível (Patente 2348787)

Esta concepção é constituída de um chassi (1), onde estão apoiados os discos flexíveis (2), que são acionados pelas rodas (3) através das polias (4) e (5) e da correia (6).

A abertura do solo é realizada pelo sulcador (7) fixado ao chassi pelo suporte (8). As lâminas (9), dispostas como ilustra a Figura 2.7, efetuam a

aterração das mudas no solo. A bancada (10) suporta o operador que faz a alimentação manual das mudas no conjunto plantador.

Este conjunto é composto por dois discos coaxiais de material resiliente, fixados nos semi-eixos (11), que estão apoiados nos mancais (12) e unidos pela junta universal (13), que permite movimentos desalinhados dos discos.

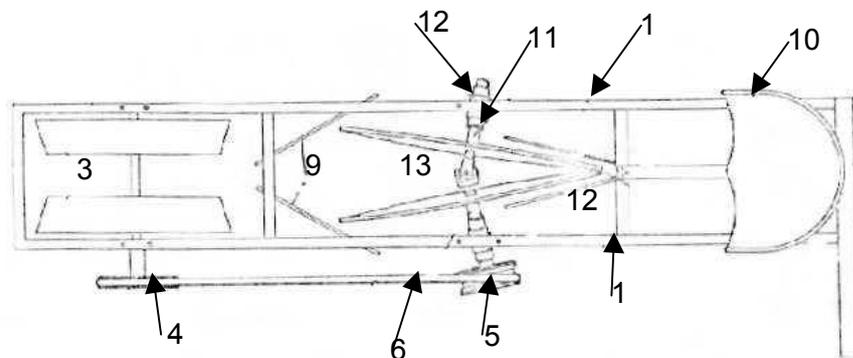


Figura 2.7 - Vista Superior do Conjunto (Patente 2348787)

Os discos flexíveis são montados de tal forma que o contato periférico entre eles se dá entre pontos pré-determinados, desde a entrada até a saída das mudas, pontos "A" e "B", respectivamente, da Figura 2.6.

Para aumentar sua rigidez, os discos flexíveis são fixados coaxialmente a discos rígidos de menor diâmetro (14), por parafusos (15) e pinos elásticos (16).

O operador alimenta o conjunto plantador na posição "C", indicada na Figura 2.7, onde os discos se tocam. As mudas a serem plantadas são armazenadas em caixas (não mostradas) localizadas acima dos discos flexíveis.

Nesta concepção, uma desvantagem é a dificuldade de manter uniforme o espaçamento entre mudas, que depende, unicamente, da habilidade individual do operador.

Outro aspecto que precisa ser muito bem calculado é a pressão que os dois discos flexíveis exercerão sobre as mudas, controlando-se o problema de seu esmagamento.

2.6 TRANSPLANTADORAS DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA

A característica principal destas máquinas com relação às outras é dispensar a pessoa que faria a alimentação do mecanismo dosador de mudas,

necessária em alguns modelos, ou até mesmos em outros modelos menos tecnológicos que demandam um operador que faça a individualização e a dosagem da muda propriamente dita.

2.6.1 Transplantadora de mudas com alimentação por fitas

Serão descritos dois mecanismos diferentes de plantio de mudas, que utilizam o mesmo dispositivo alimentador em forma de carretel (espiral). O primeiro está representado esquematicamente na Figura 2.8.

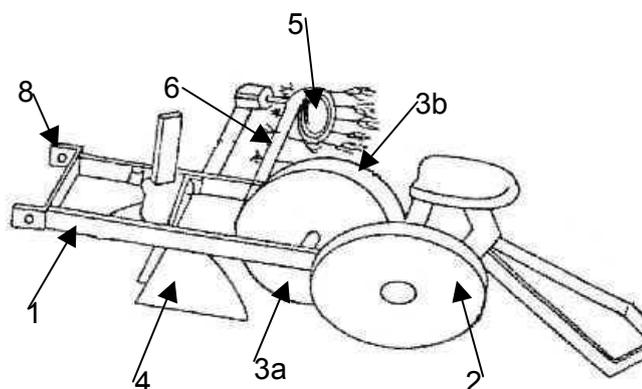


Figura 2.8 - Vista da Montagem do Alimentador de Carretel (Patente 886146)

Consiste de uma estrutura principal (1) apoiada nas rodas compactadoras (2). O mecanismo transplantador (3a e 3b) utilizado é do tipo duplo disco flexível, montado entre os perfis estruturais.

O carretel de mudas (5) é previamente preparado pelo agricultor e, posteriormente, conduzido ao local de trabalho para montagem na máquina.

A Figura 2.9 representa um corte transversal da máquina, mostrando detalhadamente o dispositivo alimentador (5) com as tiras (6) enroladas em espiral.

As mudas são montadas sobre a tira (6), com auxílio dos prendedores (7), deslocando-se perpendicularmente aos discos (3a e 3b). Quando a tira contorna o tambor (11), os prendedores se abrem, devido à sua curvatura, permitindo que as mudas sejam transferidas e fixadas entre os discos flexíveis que as conduzem até o solo.

A tração da máquina é feita através do engate (8), como se vê na Figura 2.8. A tomada de movimento do conjunto transplantador é efetuada a

partir das rodas compactadoras (2), que acionam simultaneamente o carretel de mudas (5) e o tambor desenrolador (9), através do conjunto de engrenagens (10).

A outra concepção, que utiliza um carretel como elemento alimentador automático de mudas, é mostrada nas Figuras 2.9 e 2.10.

O perfil estrutural (1) suporta as rodas compactadoras (2), e a roda com braços transplantadores (3) recebe as mudas (4), provenientes do carretel de mudas (5).

Os inconvenientes desses mecanismos de alimentação automática são os seguintes: montagem prévia dos carretéis; espaço muito grande na máquina para permitir a montagem dos carretéis; troca freqüente de carretéis; custo elevado das fitas e danificação das mudas nos carretéis, entre outros.

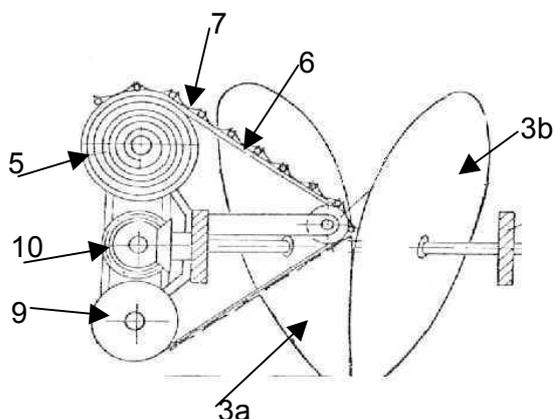


Figura 2.9 Detalhe do conjunto Transplantador (Patente 886146)

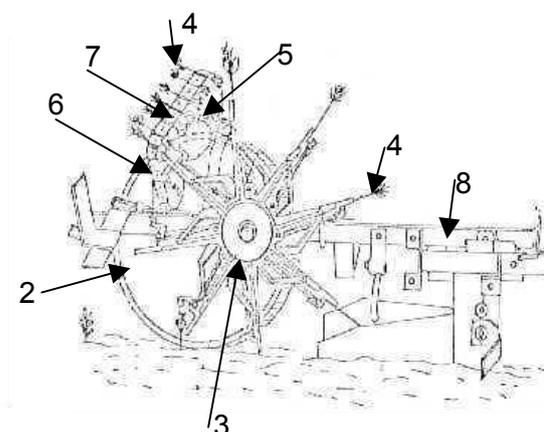


Figura 2.10 Concepção utilizando braços transplantadores (Patente 886146)

2.6.2 Transplantadora de mudas com alimentação por bobinas

É constituída de duas partes principais: a bobinadora de mudas e a transplantadora propriamente dita. A primeira, um dispositivo para o bobinamento das mudas, foge ao escopo do assunto, e por isso não será descrita.

O mecanismo alimentador é representado esquematicamente na Figura 2.11. Uma bobina de mudas (1), previamente preparada, é montada no suporte (2) articulado em (3). O tambor alimentador (4) é colocado próximo aos discos transplantadores flexíveis (5), que têm a função de conduzir as mudas até o solo. Os carretéis desbobinadores (6 e 7) enrolam os fios que prendem as mudas nas bobinas. O sentido de rotação do tambor e dos carretéis está indicado pelas setas na Figura 2.11.

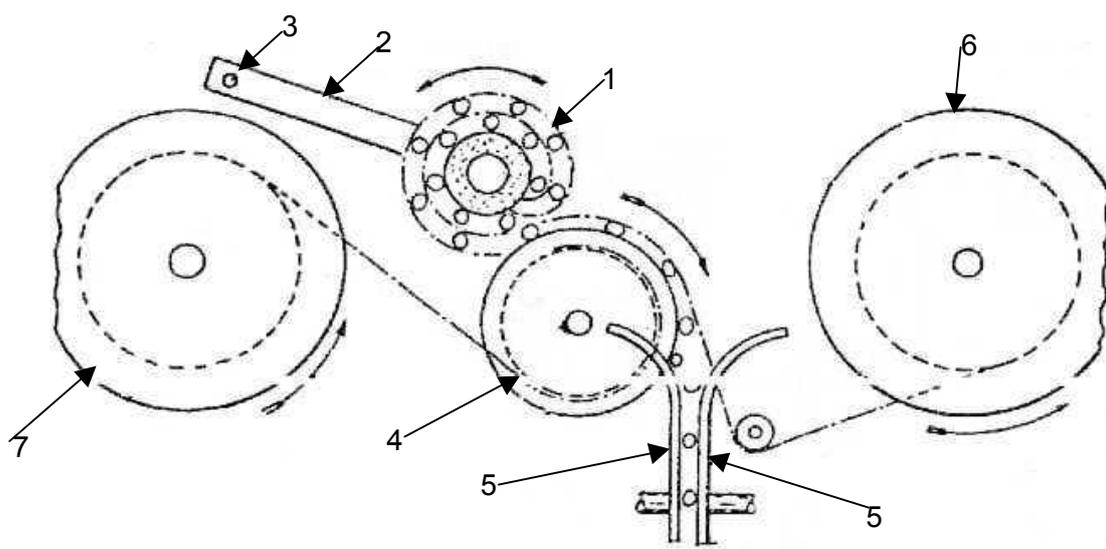


Figura 2.11 - Detalhe da Alimentação da Máquina (Patente 409497)

Como mostra a Figura 2.12, o dispositivo de alimentação automática de mudas é montado sobre a estrutura (8) que se apóia nas rodas compactadoras (9) e nas rodas de sustentação (10).

A abertura dos discos transplantadores flexíveis (5) é efetuada por roletes superiores (11), que os mantêm separados para a entrada das mudas a serem plantadas. Os discos flexíveis são fechados, prendendo as mudas através de guias laterais (não representadas), que se estendem desde a posição de alimentação até a liberação das mudas no sulco.

As rodas (10) estão acopladas ao eixo (12) que pode girar dentro do tubo (13). Esse tubo se apóia na estrutura (8), suportado pelos braços (14), e o eixo (15), que é apoiado em buchas. O acionamento do conjunto plantador é assim efetuado: quando as rodas (10) giram, o par de rodas dentadas retas (16 e 17) movimenta o eixo (15). Nesse eixo está montada a engrenagem cônica (18) que, através de outra engrenagem cônica (19), aciona o eixo longitudinal (20); este, por sua vez, transmite movimento aos discos flexíveis (5) através de um par de engrenagens cônicas (21).

O transplante de mudas ocorre da seguinte maneira: quando a máquina avança, o tambor alimentador (4) gira e libera as mudas, com espaçamento pré-determinado, nos discos flexíveis transplantadores, que as conduzem até a posição adequada de plantio no solo. Quando a bobina de mudas fica vazia, é substituída.

Para melhor avaliar o desempenho das concepções que utilizam a alimentação por bobinas, Santos (1987) construiu modelos simplificados. Cons-

tatou-se haver grandes dificuldades na confecção prévia das bobinas de mudas, tanto no seu transporte quanto na montagem na máquina. Para evitar a freqüente troca de bobinas, seu tamanho tornou-se considerável; para plantar uma linha de 500 m, por exemplo, seriam necessários cerca de 7000 mudas, resultando numa bobina diâmetro de 700 mm. Essa dimensão de bobina, aliada ao porte delgado das mudas, provoca o escorregamento das mudas de menor diâmetro dispostas entre as mudas de maior diâmetro.

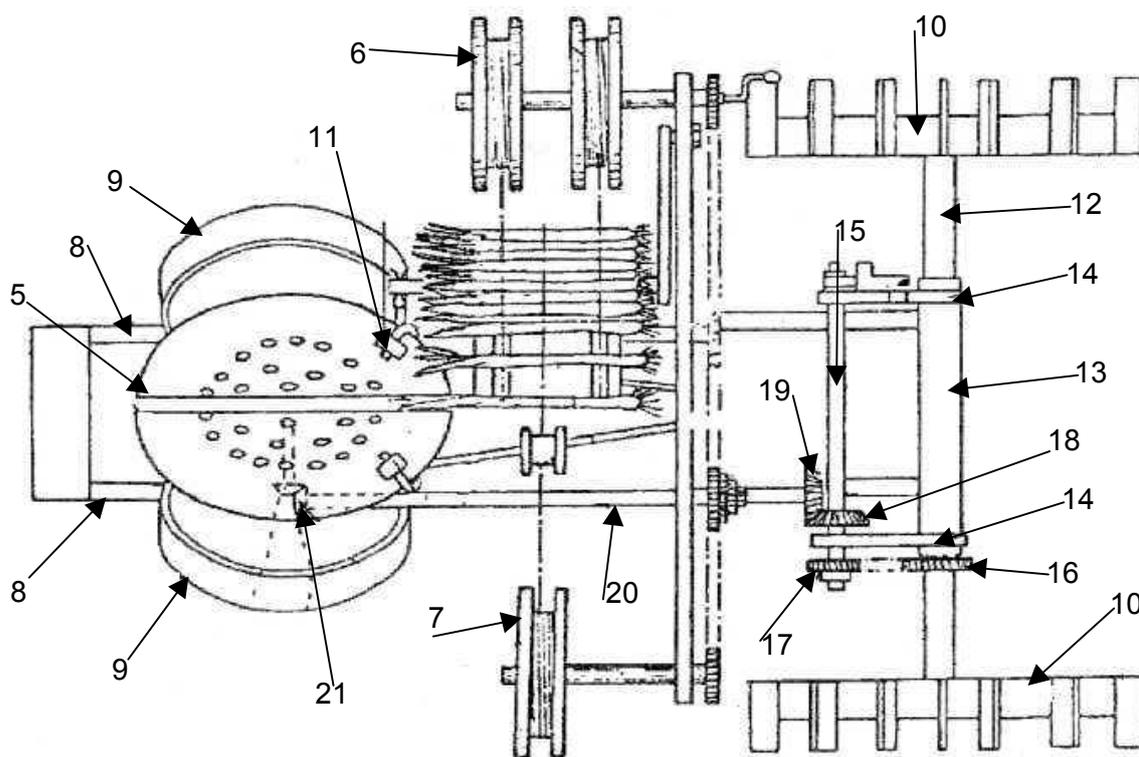


Figura 2.12 - Vista Superior da Concepção com Alimentação por Bobinas de Mudanças (Patente 409497)

2.7 TRANSPLANTADORAS DE MUDAS COMERCIALMENTE DISPONÍVEIS

A seguir serão feitos comentários sobre alguns produtos disponíveis no mercado, com ênfase nas funções que essas máquinas realizam ou deixam de realizar e sua procedência, entre outros.

O primeiro exemplo apresentado é produzido pela empresa IADEL Limd, de Dona Ema (SC). O modelo TMF – 3000, mostrado na figura 2.13, o que executa o transplante pelo sistema direto ou convencional, utilizando mudas produzidas em viveiro dentro de bandejas, distribui as mudas através de uma unidade rotatória de 4 células que se abrem individualmente comandadas por um

came que libera a muda quando que a célula está posicionada sobre o condutor que a leva ao sulco.

O TMF – 3000 transplanta basicamente todos os tipos de mudas produzidos em sistemas de bandejas, com uma restrição: a distância entre mudas na linha é limitada pela mínima velocidade do trator. Essa mínima velocidade do trator influi diretamente no tempo que se tem para alimentar a célula dosadora de muda e, portanto, inviabiliza o transplante de uma cultura que exija a distância entre mudas na linha de aproximadamente 100mm. Em média a maioria dos tratores disponíveis no Brasil tem velocidade mínima de trabalho de 1200m/h, e para fazer o transplante de determinadas culturas seria necessário uma velocidade média em torno de 400m/h.

Essa mínima velocidade de trabalho atingível pelos tratores inviabiliza não somente este modelo de máquinas mas todos os seus outros similares com a mesma fonte de potência.



Figura 2.13 - Transplantadora de Mudas TMF – 3000 da IADEL

Fonte: Catálogo IADEL

O segundo exemplo apresentado é produzido pela empresa Metasa S.A., de Passo Fundo (RS). O modelo MTM-2000, apresentado na Figura 2.14, o qual executa o transplante pelo sistema direto ou convencional, utilizando mudas produzidas em viveiro dentro de bandejas, distribui as mudas através de uma unidade rotatória de seis células que se abrem individualmente comandadas por um *came*, quando a célula estiver posicionada sobre condutor, que a leva ao sulco.

A MTM-2000 trabalha com culturas como fumo, hortaliças, reflorestamento, entre outras. A potência exigida do trator, segundo o fabricante, é de 70 CV.

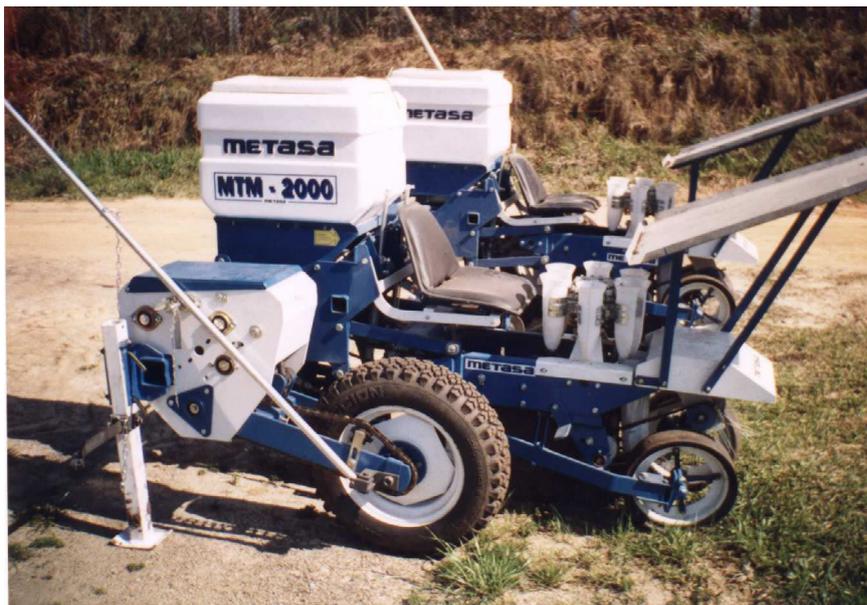


Figura 2.14 - Transplantadora de Mudanças MTM-2000

Fonte: <<http://www.metasa.com.br/implementos/home.asp>> acesso em 20/02/2000

O terceiro modelo de transplantadora de mudas observado é de procedência francesa, mostrado na Figura 2.15. Convém salientar que pode ser considerado de médio a grande porte. Seu princípio de funcionamento é semelhante ao do modelo MTM-2000 da Metasa, mas não realiza algumas funções, como: não aduba e nem irriga e também não executa o transplante de mudas pelo sistema de plantio direto.



Figura 2.15 - Transplantadora de Mudanças de Fabricação Francesa

Fonte: <<http://www.monosem.com/>> acesso em fevereiro de 2000

As Figuras 2.16 e 2.17 apresentam as fotos de transplantadoras de mudas com unidade rotatória fabricadas pela empresa Holland Transplanter Co., obtidas em <<http://www.transplanter.com/rotary1.htm>>, acesso em fevereiro 2000.

Essa máquina é destinada ao transplante de mudas produzidas em bandejas, com dosador giratório semelhante ao da MTM 2000.

Com único operador, essa máquina transplanta mais de 60 mudas por minuto, e, depois de feito o ajuste inicial para obter a profundidade desejada e a distância entre as mudas, estas são soltas dentro do copo rotatório e a máquina faz o restante, segundo dados do fabricante em seu catálogo técnico.

Segundo os dados do fabricante, depois de feita uma ajustagem inicial para obter a profundidade desejada e a distância entre mudas, estas são soltas dentro do copo rotatório e a máquina faz o restante.

Esta transplantadora pode ser usada com uma única linha montada no engate dos três pontos, ou duas ou mais linhas podem ser montadas em uma barra de ferramentas para duas ou mais linhas, sendo a forma de acionamento rebocada pelo trator (usando o engate dos três pontos).

Os copos são ativados por uma *came*, abrindo completamente cada um deles quando passam sobre o tubo de descarga.



Figura 2.16 - Transplantadora de Mudas de Fabricação Holandesa, Modelo Unidade Rotatória

Fonte: <<http://www.transplanter.com/rotary1.htm>> acesso em fevereiro de 2000



Figura 2.17 - Unidade de Dosagem de Mudanças da Transplantadora Holandesa, Modelo Unidade Rotatória

Fonte: <<http://www.transplanter.com/rotary1.htm>> acesso em fevereiro de 2000

A empresa italiana Fedele Mario produz uma ampla linha de transplantadoras semi-automáticas puxadas por trator, com módulos independentes.

Segundo o fabricante, a transplantadora trabalha em qualquer tipo de solo com bons resultados em precisão e velocidade de transplante, transplantando mudas com raiz nua (sem terra nas raízes) e mudas produzidas em sistema de bandejas. A seguir a Figura 2.18 mostra o modelo que faz o transplante de mudas com raiz nua, a qual possui um disco vertical provido de pegadores de mudas que são alimentados por operadores; com o giro desse dosador vertical, a muda chega até o solo; quando a muda está na posição vertical, o pegador solta a muda no sulco e efetua a dosagem.



Figura 2.18 - Transplantadora de Mudanças de Fabricação Italiana

Fonte: <<http://www.teknet.rgn.it/fedelem/trasplant.htm>> acesso em fevereiro de 2000

O modelo Minifox, apresentado na **Figura 2.19**, tem seu projeto adequado para tratores equipados com engate universal dos três pontos e para microtratores. Essa máquina semi-automática pode transplantar vegetal, flor e outros tipos de mudas produzidas em viveiros com raiz nua. A Minifox é equipada com um tipo de distribuidor agarrador, sistema que permite o ajuste da quantidade de terra sobre a planta e espaçamento de acordo com a relação de rotação do sistema distribuidor. Padrão: 10 agarradores (prendedor); Especial: 15 agarradores (prendedor); *Master 20* agarradores (prendedor). Um espaço mínimo entre linhas é 20-25 cm aproximadamente, de acordo com a largura do pneu do trator.

A **Figura 2.20** apresenta o modelo Minitex, produzido pela empresa italiana Checchi & Magli, para engate no pino de reboque do trator ou micro-trator. Esta máquina semi-automática transplanta não apenas mudas com raiz nua, mas também as produzidas em sistema de bandejas. A Minitex é equipada com o distribuidor giratório com seis copos com aberturano fundo, o qual pode permitir ajustar distância entre as plantas desde o mínimo de 8 cm até o máximo de 48 cm, de acordo com as necessidades da cultura. A menor distância entre linhas é de aproximadamente 20-25cm, de acordo com a largura do pneu do microtrator.

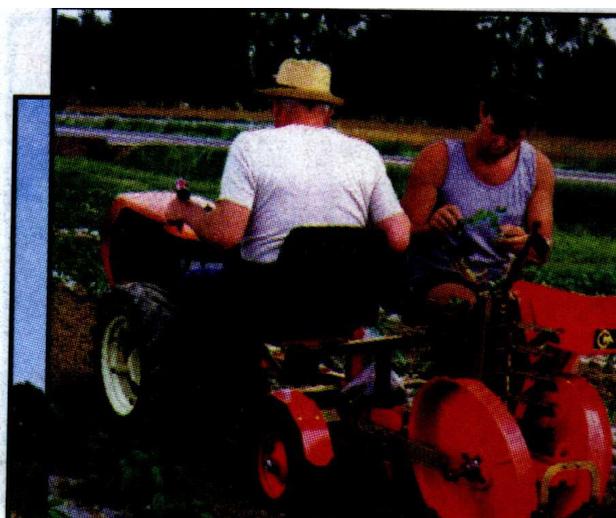


Figura 2.19 - Modelo MINIFOX – Característica Principal: Distribuidor Agarrador

Fonte: Catálogo Checchi & Magli (1999), Budrio Bologna, Itália



Figura 2.20 - Modelo MINITEX–Característica Principal: Distribuidor Giratório

Fonte: Catálogo Checchi & Magli (1999), Budrio Bologna Itália

2.8 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS MÁQUINAS CITADAS

A seguir é apresentada uma análise comparativa entre os conceitos aqui discutidos e máquinas disponíveis comercialmente, com o intuito de se observar, mesmo de forma geral, qual deles atende melhor às necessidades típicas dos agricultores identificados como clientes potenciais.

A análise comparativa será feita da seguinte maneira: na primeira coluna serão listados os conceitos ou as máquinas comercialmente disponíveis; na primeira linha serão listadas algumas das principais funções que todas as máquinas/conceitos devem realizar ou necessidades, como, por exemplo, baixa fonte de potência.

Na avaliação é usada a letra **A** quando a máquina atende, ou seja, ela realiza a função. Não se vai entrar no mérito da performance da função, pois isso exigiria avaliação de todas as máquinas em campo. A letra **N** é usada quando a máquina não realiza a função ou não vem preparada para atender tal necessidade. O conceito que estiver ranqueado com o maior número de repetições da letra **A** será considerado, nessa forma de avaliação, como mostra a Tabela 2.1, como referência a ser superada pelo protótipo que se vai desenvolver neste trabalho.

LEGENDA

<p>A – Atende a necessidade ou função. N – Não atende a necessidade ou função.</p>
--

Tabela 2.1 - Avaliação dos Conceitos/Modelos de Transplantadora de Mudas Estudados

Modelo/Conceito de Máquinas	Função ou Necessidade Básica a Máquina Transplantadora de Mudas								
	Transplanta diferentes tipos de cultura	Transplanta e aduba	Transplanta e irriga	Transplanta aduba e irriga	Faz plantio direto/convenção	Baixa fonte de potência para o acionamento	Transplanta mudas produzidas em bandejas	Total de A (atende) por modelo	Total de N (não atende) por modelo
Transplantadora tipo Souza Cruz	N	A	A	A	A	N	N	4	3
Concepção do tipo de alimentação por gravidade	A	N	N	N	N	A	A	3	4
Transplantadora de mudas com alimentação no sulco	A	N	N	N	N	N	A	2	5
Plantadora de mudas tipo automotriz de braços radiais	A	N	N	N	N	A	A	3	4
Transplantadora de mudas tipo duplo disco flexível	A	N	N	N	N	A	A	3	4
Transplantadora de mudas com alimentação por fitas	A	N	N	N	N	A	N	2	5
Transplantadora de mudas com alimentação por bobinas	A	N	N	N	N	N	N	1	6
TMF – 3000, fabricada pela IADEL	A	A	A	A	A	N	A	6	1
Transplantadora MTM – 2000, fabricada pela Metasa	A	A	A	A	A	N	A	6	1
Transplantadora de mudas de fabricação francesa	A	N	N	N	N	N	A	2	5
Transplantadora de mudas modelo rotatório, fabricada pela Holland Transplanter Co.	A	N	N	N	N	N	A	2	5
Modelo de fabricação da Fedele Mario Lanciano - Itália	A	N	N	N	N	N	A	2	5
Modelo Minifox, da Checchi & Magli, Budrio Bologna, Itália	A	N	N	N	N	A	A	3	4
Modelo Minitex, da Checchi & Magli, Budrio Bologna, Itália	A	N	N	N	N	A	A	3	4

Os indicativos apresentados nessa forma de avaliação, conforme a Tabela 2.1, revelam que todos os conceitos avaliados não atendem a todas as funções ou necessidades básicas que a máquina transplantadora de mudas deve

possuir para atender as expectativas primárias/básicas esperadas por esses potenciais clientes listadas na Tabela 2.1.

Vale destacar que os modelos MTM – 2000 e TMF 3000 foram os que obtiveram os maior número de **A**, mas eles não atendem a necessidade de baixo consumo de potência, que pode ser fator determinante para o projeto do protótipo que se vai aqui desenvolver.

Quanto à necessidade de baixa fonte de potência para o acionamento e ser adequada a microtrator, um dos fatores determinantes no desenvolvimento do protótipo proposto neste trabalho, os modelos Minitex e Minifox da Checchi & Magli atendem a essa exigência.

Portanto, segundo os modelos levantados neste estudo e sob essa forma avaliação pode-se dizer que não se encontra disponível no mercado brasileiro, hoje, um modelo que atenda as funções ou necessidades básicas aqui especificadas para o protótipo que se deseja desenvolver.

2.9 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO ESTADO DA ARTE DAS MÁQUINAS TRANSPLANTADORAS

O objetivo deste estudo foi fazer um levantamento sobre o estado da arte das transplantadoras de mudas, principalmente aquelas apropriadas a pequenas propriedades. O material encontrado é amplo, na maioria dos casos é superficial e bastante diferenciado. Percebe-se que existem poucas opções de escolha em equipamento para o transplante de mudas no território nacional. Algumas alternativas apresentam grande simplicidade técnica, mas são ineficientes, ou seja, deixam de realizar outras funções; já outras se mostram complexas tecnicamente e mais completas, mas provavelmente de custo elevado.

Com relação aos tipos de dosadores de mudas, pode-se dizer que as máquinas que estão munidas com os dosadores de discos giratórios horizontais são as mais apropriadas para fazer a dosagem de mudas de diferentes culturas produzidas em sistemas de bandejas.

Quanto às fontes de tração, ficou claro que os modelos adequados a microtratores ou ao engate no pino de reboque são escassos, ou não estão disponíveis comercialmente no Brasil.

Por fim, pode-se dizer que o material coletado neste capítulo será de grande valia para apoiar o desenvolvimento da máquina transplantadora de mudas proposta.

2.10 PROJETO DE PRODUTO

Segundo o dicionário Aurélio, a palavra *projeto* é a idéia que se forma de executar ou realizar algo no futuro, é um plano, um intento ou desígnio. Assim, projeto do produto é um plano de empreendimento para realizar um produto, com o fim de atender uma necessidade.

O projeto do produto pode ser formulado como atividade de planejar, sujeito às restrições da resolução, peça ou sistema para atender de forma ótima necessidades estabelecidas, sujeito, ainda, às restrições de solução. Entende-se aqui como restrições de solução aquelas que se relacionam com o conhecimento disponível, o tempo, facilidades de laboratório e de computação para resolver o problema, aspectos de custos, disponibilidade de materiais, equipamentos de fabricação, de uso, manutenção e descarte.

Planejar produtos industriais requer esforço intelectual para defrontar-se com novas demandas. É uma atividade de engenharia que vai ao encontro de quase toda a esfera da vida humana, conta com as descobertas tecnológicas e com as leis da ciência, cria condições para aplicar essas leis na manufatura de produtos úteis (BACK; FORCELLINI, 1999).

Há várias estruturas do processo de projeto/metodologias de projeto desenvolvidas para satisfazer as necessidades de ensino em projeto, organização do projeto, provisão de auxílio no trabalho dos projetistas e automação das informações do projeto (BACK; FORCELLINI, 1999).

Cada modelo de processo de projeto/metodologia de projeto consiste de uma seqüência de estágios, que vai desde a percepção da necessidade até uma descrição final da configuração de projeto.

A seguir será apresentado o resumo de algumas estruturas/metodologias de projeto ou sistemáticas do processo de projeto encontradas na literatura. Embora se assemelhem umas às outras, apresentam diferenças.

Segundo *ASIMOV*, sistemática de projeto enfoca mais os aspectos procedurais da atividade de projeto do que o próprio objeto de projeto. Sua proposta mostra uma seqüência de eventos que forma um modelo comum a todos os projetos, aplicável a qualquer campo de tecnologia.

Segundo *CORYELL*, a sistemática de projeto é composta de doze etapas descritas a seguir:

- revisão e entendimento completo de todos os requisitos;
- busca de uma solução para o problema (criatividade);

- avaliação e análise preliminar com base no custo em relação aos concorrentes e ao avanço tecnológico;
- análise do resultado das etapas anteriores numa base de função versus custos (análise das soluções);
- dar forma à coleção funcional das partes, reduzir o número de partes, padronizar, estabelecer fixação e efetuar esquemas para registros temporários das soluções (refinar o projeto);
- leiaute do projeto;
- apresentação da concepção às pessoas interessadas, fundamental para sua aceitação (revisão do projeto);
- com o leiaute de projeto e a idéia aceitos, os desenhos detalhados serão preparados (projeto detalhado);
- requisitos básicos a serem considerados: definição e documentação clara das técnicas de análise; profundidade da análise; documentação dos critérios de decisão (análise detalhada);
- desenvolvimento de modelos e protótipos;
- verificar o produto com relação aos requisitos iniciais (revisão e avaliação do protótipo) e
- acompanhamento do produto, pelo projetista, durante o processo de fabricação para decidir sobre eventuais alterações necessárias (suporte e fabricação).

A sistemática proposta por *Pahl & Beitz* é o resultado de vários anos de pesquisa e aplicação de procedimentos sistemáticos no desenvolvimento de produtos. É considerada uma abordagem clássica na área de projeto de produtos industriais e tem sido usada como base para várias pesquisas. Essa sistemática reflete a linha de pesquisa alemã na área de projeto de produtos.

Estes autores estabelecem o processo de projeto em quatro fases principais: definição da tarefa; projeto conceitual; projeto preliminar (de configuração); e projeto detalhado.

A sistemática de *Fabrick & Blanchard* coloca o projeto como função no ciclo de vida de um sistema que começa com a identificação inicial de uma necessidade e se estende através do planejamento, pesquisa, projeto, produção, avaliação, uso do consumidor, suporte logístico e descarte.

2.11 METODOLOGIAS DE PROJETO QUE ABORDAM O TEMA *SISTEMAS MODULARES*

Segundo Back (1983) e Fiod (1993), as metodologias de projeto serão compreendidas como “um modelo quase sempre comum a todos os projetos” ou mesmo, segundo Hubka (1988), “a soma das ações durante o projeto e a soma de recomendações para os métodos que podem ser usados”.

Dentro desse contexto, as metodologias de projeto de sistemas modulares buscam essas ações e recomendações, com o intuito de estabelecer e combinar um grupo de componentes intercambiáveis, funcionalmente independentes entre si, denominados módulos, a fim de gerar uma família de produtos.

Entre as principais publicações técnicas existentes que tratam do assunto, destacam-se as seguintes:

“Synthesis and Evaluation Tool for Modular Design (Ferramentas de síntese e avaliação para o projeto modular)” apresentada por Erixon & Östgren (1993).

“Engineering Design – A Systematic Approach (Projeto de Engenharia – Uma Abordagem Sistemática)” apresentada por Pahl & Beitz (1996).

“Modularity in Design of Products and Systems (Modularidade em Projeto de Produtos e Sistemas)”, de Huang & Kusiak (1998).

Para maiores esclarecimentos, na Tabela 2.1 são apresentados alguns comentários sobre cada uma destas propostas metodológicas, visando avaliar seus estágios, documentos e ferramentas de projeto no desenvolvimento de produtos e sistemas modulares (MARIBONDO, 2000).

Tabela 2.2 - Informações sobre as Principais Publicações Técnicas na Área de Desenvolvimento de Produtos e Sistemas Modulares

Título da publicação	Autores	Forma de apresentação da metodologia de projeto	Número, denominação e comentários sobre estágios envolvidos em cada metodologia apresentada	Principais documentos e ferramentas de projeto utilizadas no apoio aos processos de projeto.
Synthesis and Evaluation Tool for Modular Design (Ferramentas de síntese e avaliação para o projeto modular).	ERIXON & ÖSTGREN (1993)	Blocos contendo indicações das ações a serem executadas pelos usuários da metodologia e das ferramentas utilizadas em cada um destes blocos.	Cinco estágios. Passo 1: Esclarecer as especificações de projeto. Passo 2: Encontrar soluções técnicas, selecionar e analisar. Passo 3: Gerar concepções. Identificar módulos possíveis. Examinar possibilidades de integração. Passo 4: Avaliar concepções. Analisar interfaces. Calcular efeitos. Passo 5: Melhorar cada módulo.	QFD (Quality Function Deployment) Matriz de seleção de PUGH; MFD (Modular Function Deployment); Avaliação da complexidade das interfaces e das combinações e DFMA (Design for Manufacturing and Assembly).
Engineering Design – A Systematic Approach (Projeto de Engenharia – uma Abordagem Sistemática)	PAHL & BEITZ (1996)	Fluxograma contendo entradas e saídas, as quais informam as ações a serem executadas pelos usuários desta metodologia de projeto.	Quatro estágios mais abrangentes (fases) e cinco estágios mais detalhados (passos) desta metodologia de projeto. Fase 1: Planejamento e clarificação da tarefa; Fase 2: Projeto conceitual; Fase 3: Projeto preliminar e Fase 4: Projeto detalhado.	Questionários Informações de mercado Quantificação de funções variantes Informações de custos Síntese funcional Recomendações de projeto.
Modularity in Design of Products and Systems (Modularidade em Projeto de Produtos e Sistemas)	HUANG & KUSIAK (1998)	Fluxograma contendo entradas e saídas, as quais informam as ações a serem executadas pelos usuários desta metodologia de projeto.	Segue a metodologia apresentada por PAHL & BEITZ (1996). Quatro estágios mais abrangentes (fases) e cinco estágios mais detalhados (passos) desta metodologia de projeto. Fase 1: Planejamento e clarificação da tarefa; Fase 2: Projeto conceitual; Fase 3: Projeto preliminar e Fase 4: Projeto detalhado.	Além das ferramentas já apresentadas na metodologia de PAHL & BEITZ (1996), destaca-se a matriz modularidade, composta por duas outras matrizes: matriz interação e matriz conveniência.

Entre estes trabalhos mencionados na Tabela 2.2, o que apresenta nível de abstração mais elevado para o desenvolvimento de produtos e sistemas modulares é de Pahl & Beitz (1996), em função de a metodologia não expor claramente as ferramentas e os documentos de apoio a serem utilizados no

processo de transformação das informações necessárias à obtenção de produtos e sistemas modulares (MARIBONDO 2000).

Por outro lado, pesquisando Huang & Kusiak (1998), percebe-se que o nível de abstração visto em Pahl & Beitz se torna menor em função do desenvolvimento e da aplicação de uma ferramenta típica para desenvolver concepções de produtos e sistemas modulares denominada “Matriz de modularidade”.

Por sua vez, o trabalho apresentado por Erixon & Östgren (1993) é mais bem detalhado para o fim especial de desenvolver tais produtos e sistemas modulares. No entanto, mesmo assim, ainda é possível observar altos níveis de abstração para obtê-los.

As principais razões observadas para tais fatos é a falta de uniformidade dos seus processos de projeto, ferramentas e documentos de apoio ao desenvolvimento de tais produtos e sistemas. É natural que isto ocorra por ora, pois o tema está em desenvolvimento e em estudo científico, razão pela qual é comum surgirem versões ou contribuições diferenciadas para um mesmo problema de projeto.

No entanto, fica evidente que o desenvolvimento do processo de projeto (o *como fazer*) e de ferramentas e documentos específicos a esse fim (o *com que fazer*) é de primordial importância no estudo e no desenvolvimento de produtos e sistemas modulares.

2.12 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS PRODUTOS E SISTEMAS MODULARES

O desenvolvimento de projetos de sistemas modulares vem sendo utilizado pelas indústrias há bastante tempo, porque os resultados dessa aplicação vêm proporcionando-lhes diversos benefícios, entre eles a agilidade e a flexibilidade em atender, de forma rápida, as variações das demandas do mercado.

Assim sendo, neste tópico são destacados alguns desses benefícios e também algumas limitações com relação ao emprego dessa técnica de projeto, na visão de alguns autores, como forma de ampliar os conhecimentos no campo de sistemas modulares.

Ulrich & Tung (1991), por exemplo, comentam sobre dez benefícios e cinco custos potenciais do uso de modularidade no projeto. Entre os benefícios, citam-se os seguintes:

- a) Economia de escala de componentes. O uso de modularidade no projeto permite que alguns componentes sejam usados em vários

produtos variantes ou mesmo numa linha de produtos. Esse aspecto se verifica, porque se trabalha com a padronização de componentes e essa padronização, no âmbito dos sistemas modulares, é obtida através da definição das funções desses componentes e da redução das interações incidentais (problemas que podem ocorrer) entre um componente e o restante do produto. Assim sendo, quando se utiliza um desses componentes padronizados, numa linha de produtos, assegura-se que ele será produzido em grande escala, proporcionando, entre outros aspectos, a redução do tempo de fabricação, montagem, testes e dos custos envolvidos no seu desenvolvimento. Exemplo desse benefício é o uso de motores padronizados nos sistemas de deslocamento das impressoras. Com esses tipos de motores, de interfaces padronizadas, pode-se oferecer aos fabricantes um produto mais versátil, a menor custo e com maior confiabilidade, os quais terminam por beneficiar a produção, a montagem e os testes de seus produtos (impressoras) (MARIBONDO, 2000).

- b) Mudança de produtos. O uso de modularidade no projeto dos produtos permite que sofram mudanças ao longo do seu ciclo de vida. Em outras palavras, se o mercado exigir certas preferências ou avanços tecnológicos nos produtos existentes, é possível atendê-las através da substituição de alguns desses módulos por outros com tais características. Essa possibilidade de substituir parte desses produtos por unidades mais aprimoradas proporciona, aos usuários desses produtos, redução de custos e maior confiabilidade, pois parte desse novo projeto já se encontra fabricado e testado. Exemplo desse tipo de benefício é largamente encontrado em computadores pessoais, cujas placas e “pentos” de memória são substituídos, com o intuito de deixá-los mais atualizados e adequados às novas funções.
- c) Variedade de produtos. O uso de modularidade permite criar vários produtos a partir da combinação de pequeno grupo de diferentes componentes. Esse aspecto só é possível porque as interfaces desses componentes foram bem definidas e porque as combinações entre eles já foram, também, bem planejadas, facilitando as uniões e, conseqüentemente, a criação dessa variedade de produtos. Exemplo desse tipo de benefício pode ser encontrado no mobiliário de cozinhas, no qual módulos preconcebidos em grupo podem ser

combinados entre si, visando atender diferentes desejos e necessidades dos clientes e usuários desse tipo de projeto.

- d) Planejamento dos tempos de desenvolvimento. O uso de modularidade no projeto de produtos facilita seu planejamento, em virtude da grande customização desses produtos. Em outras palavras, o uso de modularidade prevê com antecedência os tipos de produtos que podem ser apresentados aos clientes, pois todos os módulos e suas combinações já foram planejados. Nesse sentido, a opção por um tipo de produto ou de outro não trará maiores dificuldades, pois o fabricante já o tem pronto e devidamente inventariado.
- e) Divisão de tarefas. O uso de modularidade no projeto permite a divisão do produto em componentes através da definição de interfaces, ou seja, definidas as interfaces podem ser delegadas, por exemplo, tarefas a outros fabricantes no tocante ao desenvolvimento desses componentes. Esse fato traz inúmeros benefícios, por reduzir os prazos de entrega dos produtos, através de atividades paralelas, as quais terminam por deixar as indústrias mais ágeis e flexíveis, ou seja, mais competitivas.
- f) Projeto enfocando a produção. Dividir um produto em componentes independentes permite que as atividades de projeto e produção sejam especializadas e focadas. Tal foco pode manifestar-se em termos de facilidades especiais. Por exemplo: um ambiente limpo pode confinar a produção de um disco rígido para computadores, por ser este um componente crítico no seu funcionamento. No entanto, não é preciso utilizar esse mesmo ambiente para produzir os demais itens desses computadores, de menor criticidade. Assim sendo, desenvolve-se toda uma técnica e um planejamento especial para agir na produção desse componente mais crítico, concentrando esforços e se especializando nessa atividade.
- g) Verificação e teste dos componentes. A modularidade facilita a verificação e os testes dos componentes dos produtos. Esse fato se verifica porque um componente num projeto modular corresponde a um elemento funcional particular e sua função, possibilitando os testes funcionais. Aliadas a esses fatos, as interações entre os componentes de um projeto modular são focadas naquelas consideradas críticas para a função do produto, podendo as interfaces entre os componentes e o resto do produto ser facilmente simuladas. Em fun-

ção de todos esses fatos e por serem esses componentes considerados unidades independentes, possibilitando fabricá-los e montá-los separadamente pode-se também testá-los e verificá-los de forma independente dos demais.

- h) Consumos diferenciados. O uso de modularidade no projeto proporciona o consumo de materiais de forma diferenciada, ou seja, procura-se com esse tipo de projeto agrupar componentes com taxas de falha ou de reposição similares, na forma de módulos, como forma de assegurar desgaste ou reposição mais uniforme. Por serem esses componentes consumidos mais rapidamente do que os outros, tornam-se candidatos a se tornarem módulos. Assim sendo, a estratégia seguinte é reduzir ao máximo os custos das partes mais duráveis, como forma de reduzir, também, os custos desses produtos.
- i) Facilidades para produzir, instalar e usar. O uso de modularidade no projeto facilita sua produção, sua montagem e seu uso. Uma vez considerados módulos, esses componentes, podem ser fabricados e montados separadamente um dos outros. São fáceis de usar, porque muitos deles são concebidos para que o próprio cliente ou usuário do projeto personalize sua configuração. Um exemplo desse modo de uso é observado em automóveis, mais precisamente naqueles do tipo *van*. Nesses veículos, se desejar, o usuário pode aumentar o espaço de bagagem retirando alguns bancos, adequando-os a determinadas tarefas (MARIBONDO, 2000).
- j) Facilidades para diagnosticar, manter, reparar e descartar. Essas facilidades são obtidas em função de esses produtos serem oferecidos na forma de módulos. Esse aspecto facilita as atividades de diagnóstico, reparo e troca de componentes defeituosos com uma característica importante: basta substituir, temporariamente, o módulo defeituoso por outro em bom estado, enquanto o reparo está sendo feito. Concluído o reparo, repõe-se o módulo reparado para sua posição de origem, sem ser preciso parar o equipamento (o produto) por muito tempo. O fácil descarte decorre de tais módulos serem formados por um grupo de componentes de materiais similares, de taxas de falha e reparos também similares. Essa situação termina por facilitar a identificação desses componentes e, conseqüentemente, o seu descarte. Maribondo 2000.

Ishii *et al.* (1995), por sua vez, já destacam os seguintes benefícios ligados ao projeto modular:

- flexibilidade para atender rapidamente as exigências do mercado;
- redução de riscos tecnológicos e de custo;
- planejamento para a melhoria tecnológica é realizada sobre geração de produtos anteriores (maior confiabilidade);
- grande customização dos produtos, podendo atender melhor os desejos e as necessidades dos clientes desse tipo de projeto;
- estratégia tecnológica voltada para mudar e permutar componentes;
- padronização de componentes, com possibilidade de reduzir custos.

Já PAHL & BEITZ (1996) mencionam vantagens e limitações para dois grupos de interesse: fabricantes e usuários de produtos e sistemas modulares. Para maiores informações, ver Tabela 2.3. (Maribondo 2000)

Tabela 2.3 - Vantagens e Limitações dos Sistemas Modulares para Fabricantes e Usuários

Grupos de Interessados	Vantagens	Limitações
Fabricantes	<p>Documentação da família de produtos já devidamente inventariada.</p> <p>Mudanças no projeto original só em casos especiais.</p> <p>Menores prazos de entrega dos produtos quando comparados com projetos de arquitetura integral.</p> <p>Tarefas de fabricar, montar e testar facilitadas pela padronização de componentes e interfaces.</p>	<p>Desejos especiais dos consumidores podem não ser atendidos, devido às dificuldades em preparar nova documentação de projeto.</p> <p>Mudança na linha de produtos desenvolvida pela empresa só deve ser realizada a intervalos maiores de tempo em função dos elevados custos de projeto.</p>
Fabricantes	<p>Tempo de preparação de máquina menor em função dessa padronização.</p> <p>Módulos podem ser produzidos por outras empresas, de forma paralela, contribuindo para reduzir o tempo de desenvolvimento da família de produtos.</p> <p>Processos de descarte, reciclagem e reuso são facilitados, pois trabalha-se com módulos que possuem materiais similares, entre outros.</p>	<p>Os custos envolvidos na elaboração e na fabricação das interfaces dos módulos podem ser elevados, devido às possibilidades de combinações exigidas com esse tipo de projeto.</p> <p>Encontrar a modularidade ótima pode ser tarefa difícil em função dos interesses, nem sempre iguais, de fabricantes e usuários.</p> <p>Facilidade de cópia dos produtos, pois seu diagrama esquemático é facilmente identificado.</p> <p>Alta similaridade de produtos, devido a padronização de seus componentes.</p>

Continuação

Usuários	Mudanças de função global (novos produtos) e ampliação da capacidade de produção desses produtos são mais fáceis de obter, em função de serem produtos montados a partir de módulos. Manutenção e os serviços de reposição de peças é melhor, devido, principalmente, a sua forma de fabricação, montagem e testes, ou seja, são produtos concebidos a partir de unidades independentes intercambiáveis (módulos). Possuem, em geral, custos de aquisição menores quando comparados com projetos de arquitetura integral.	Pedidos especiais podem não ser atendidos, devido aos custos de desenvolvimento de novo projeto de sistema modular. Certas características de qualidade, tais como: mínimo peso e produtos mais compactos podem não ser contempladas com esse tipo de projeto, devido às redundâncias existentes.
----------	---	---

Fonte: Pahl & Beitz (1996) *apud* Maribondo (2000).

Algumas desvantagens mencionadas pelos autores, quanto ao desenvolvimento desse tipo de projeto, dizem respeito a maior dificuldade quanto ao seu planejamento durante as fases do processo de projeto e quanto ao seu desempenho quando comparado com projetos de arquitetura física integral. No primeiro caso, essa desvantagem é observada porque no desenvolvimento de um projeto modular é necessário planejar várias combinações, entre módulos, para que estes possam formar uma família de produtos, destinados a atender um espectro maior de desejos e necessidades. Já quanto ao desempenho, os autores comentam que os projetos de arquitetura física integral são melhores do que os projetos modulares, porque nos primeiros existe maior otimização quanto a peso, redundâncias e volumes, entre outras (MARIBONDO, 2000).

2.13 METODOLOGIA DE PROJETO DE SISTEMAS MODULARES

A metodologia de projeto de sistemas modulares apresentada a seguir foi proposta por Maribondo (2000) e desenvolvida no NeDIP, incorporando, pois, as contribuições de pesquisadores das escolas brasileiras de metodologias de projeto.

Essa metodologia apresentada por Maribondo 2000 segue, em linhas gerais, as metodologias tradicionais, como, por exemplo, a proposta pela escola alemã, de Pahl & Beitz, mas com detalhamento muito mais apurado, apresentando também maior número de ferramentas.

Essa metodologia de Maribondo (2000) já foi empregada em um trabalho de mestrado desenvolvido no NeDIP, mostrando-se bastante adequada e com bom nível de ferramentas e de detalhamento, concluindo-se que é

adequada para auxiliar no trabalho que se vai desenvolver e, portanto, será a metodologia adotada.

A seguir é apresentado o fluxo principal da metodologia na Figura 2.20.

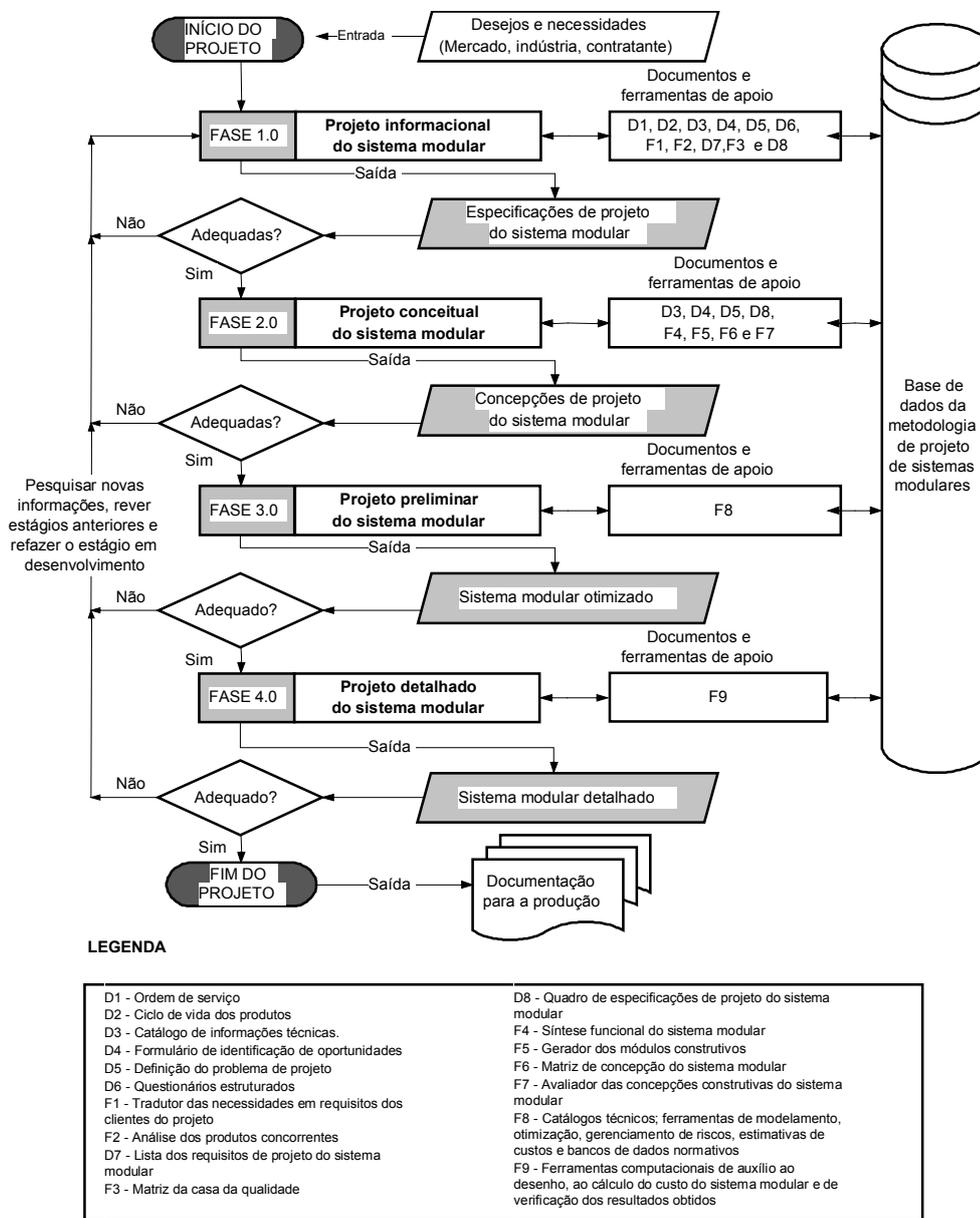


Figura 2.21 - Fluxo Principal da Metodologia de Projeto de Sistemas Modulares (MARIBONDO, 2000)

2.14 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS METODOLOGIAS

A divisão de tarefas proposta pelo uso de uma metodologia não implica redução na complexidade das atividades nem definição clara entre as fronteiras

entre elas. Porém, estabelece uma orientação básica que dá uma idéia geral do que deve ser feito no início do projeto, que caminhos devem ser seguidos e a que resultados deve-se chegar.

Por existirem diferentes abordagens quanto às metodologias de projeto, pode-se dizer que não se tem, ainda, um modelo geral que possa ser usado em todo e qualquer tipo de tarefa de projeto. Em outras palavras, não existe uma teoria de projeto que possa ser adequada à solução de todo tipo de problema. O que existe, até hoje, são procedimentos sistemáticos (metodologias) que, com maior ou menor grau de detalhamento, orientam as ações dos projetistas.

Os vários modelos aqui colocados apresentam o processo de projeto como um conjunto de atividades com objetivos específicos que, quando totalmente realizadas, resultam na solução para o problema proposto. Vários são os aspectos que podem ser observados nos modelos apresentados.

Em primeiro lugar, pode-se observar que os processos são estruturados em “duas dimensões”. A dimensão vertical corresponde às várias etapas ou fases do processo. A dimensão horizontal representa as atividades de resolução de problemas, tais como análise, síntese, simulação, avaliação e seleção, presentes nas várias fases da estrutura vertical.

Pode-se dizer que as fronteiras das atividades dos modelos para o processo de projeto são mais nebulosas nas fases iniciais do projeto e tendem a tornar-se mais definitivas, porém não concretas, nas fases finais do projeto.

Os fluxos de realimentação de informação entre algumas etapas mostram que o nível de informações alcançado em cada atividade não é definitivo e, algumas vezes, é insuficiente. Isso caracteriza, também, um aspecto dinâmico do processo de projeto.

Quanto à dimensão horizontal do processo, apesar de os objetivos de cada etapa serem bem definidos, não fica claro quando realmente uma etapa é concluída ou não, pois não se tem certeza se os objetivos alcançados são os definitivos e com informação suficiente para a fase seguinte.

Outro aspecto é que os processos partem do geral e abstrato, para o particular e concreto, mantendo o aspecto de solução tão amplo quanto possível. Isto mostra que o nível de informação a ser obtido em cada etapa deve ser o maior possível e organizado de maneira que tenha fácil acesso e recuperação para que, de fato, a conclusão de cada etapa possa ser considerada, com maior grau de confiança, a mais adequada.

Os modelos apresentados propõem atividade para o processo de projeto com características bastante comuns. A primeira tarefa, por exemplo, a

definição do problema, com o objetivo de estabelecer a lista de requisitos de projeto, é comum a todos os modelos. Essa atividade constitui-se no ponto de partida de qualquer projeto.

Com maior ou menor grau de detalhamento, o objetivo do projeto é a busca de uma concepção para o problema proposto. Essa atividade é denominada, na maioria das vezes, projeto conceitual. É responsável pela maior parte do sucesso de um produto.

CAPÍTULO III

3. PROJETO INFORMACIONAL

3.1 INTRODUÇÃO

Dando início ao processo de projeto do produto, o capítulo atual apresenta o levantamento dos aspectos e influências dos diversos parâmetros dimensionais e operacionais relativos à máquina transplantadora de mudas. O estudo aqui apresentado permitirá melhor entendimento do problema de projeto e do estabelecimento das especificações de projeto, base para o desenvolvimento da máquina em questão.

Inicialmente são pesquisadas informações sobre o tema de projeto, caracterizando os potenciais consumidores para o produto em desenvolvimento, no caso pequenos agricultores que necessitam de um implemento capaz de realizar o transplante de mudas de cebola, fumo, repolho e tomate de maneira eficiente e eficaz, imprescindível para a produtividade e a lucratividade da lavoura.

A seguir é definido o problema de projeto, apresentando-se: os parâmetros agronômicos relativos às características específicas de cada cultura; os principais parâmetros mecânicos que influenciam no projeto do produto, tais como a potência necessária para acionamento da máquina e as dimensões mais adequadas. E, com relação às fontes de potência disponíveis, são feitas as devidas considerações objetivando a escolha do melhor tipo de acionamento para a máquina em questão.

Para auxiliar na execução das tarefas a serem desenvolvidas neste capítulo, é apresentado o roteiro de apoio ao desenvolvimento do projeto informacional na Figura 3.1 da metodologia de projeto de produtos modulares Maribondo (2000).

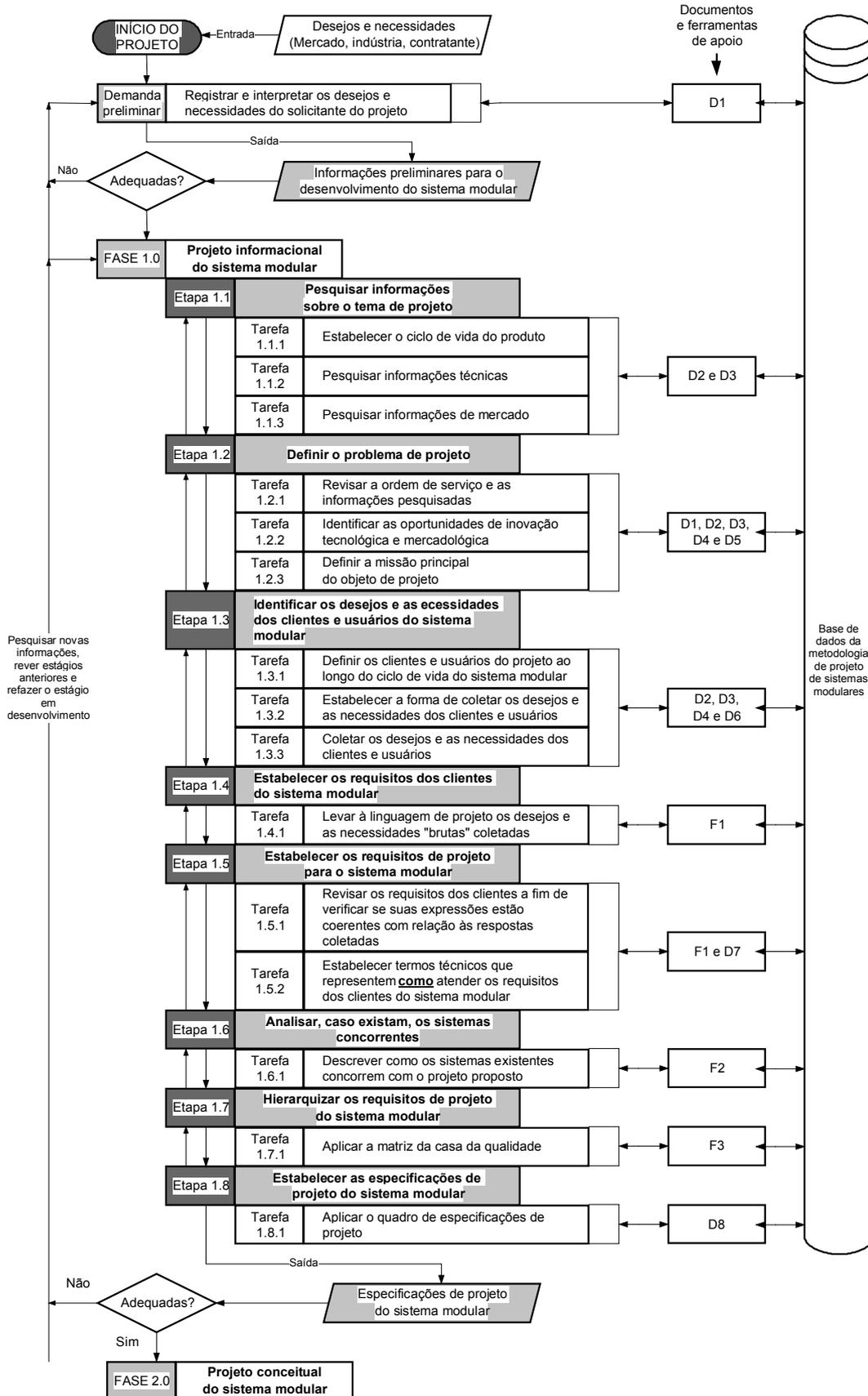


Figura 3.1 - Detalhamento da Fase de Projeto Informacional do Sistema Modular (MARIBONDO, 2000)

3.2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CICLO DE VIDA DA TRANSPLANTADORA

Neste item será abordada a tarefa 1.1.1 da etapa 1.1, mostrada na Figura 3.1. “Detalhamento do projeto informacional do sistema modular”, porém sem usar os documentos ali sugeridos, por julgá-los desnecessários.

O ciclo de vida é entendido como a descrição da vida do produto, ao longo das diversas fases pelas quais passa, desde a concepção e produção, até o descarte do produto (BITENCOURT, 2001).

Todos os produtos têm um ciclo de vida definido sob dois aspectos: econômico e de transformação (BACK; OGLIARI, 2000). O econômico expressa as relações venda/lucro e o tempo de permanência do produto no mercado, sendo extremamente valioso para estudos de estratégias de desenvolvimento, relações entre investimento e lucro, e definição de momento de lançamento (início das vendas) e/ou retirada (declínio das vendas) de produtos do mercado. O enfoque da transformação descreve o ciclo de vida do produto ao longo das fases pelas quais o produto passa, desde as necessidades do mercado até o fim de sua vida útil. Para descrevê-lo, Back (1983) denominou-o *ciclo de produção-consumo do sistema socioeconômico*. O ciclo de produção-consumo envolve, de um lado a empresa produtora e, de outro, o mercado consumidor. Inicia com a produção de bens materiais, ou seja, os produtos são projetados, manufaturados, distribuídos e vendidos, para serem consumidos pelo mercado, produzindo informações sobre o uso, o atendimento das necessidades e/ou desejos, o descarte, além de recursos para a empresa, seja sob a forma de capital, seja em material reciclado (ROMANO; NABAES, 2000).

Sob o enfoque econômico o ciclo de vida do produto é dividido em 4 estágios:

- estágio de introdução, que se caracteriza por um crescimento lento;
- estágio de crescimento, no qual o objetivo é sustentar ao máximo sua posição no mercado;
- estágio de maturidade, entendido como a fase de maior desafio, pois é nele que se encontra boa parte dos produtos, e
- estágio de declínio, que é quando os lucros caem até zero e o produto é retirado do mercado; mas pode estabilizar-se em níveis muito baixos e continuar inexpressivo no mercado.

O enfoque econômico do ciclo de vida do produto não merecerá maior

detalhamento, por fugir ao objetivo do trabalho.

Em relação à análise do ciclo de vida sob o enfoque da transformação existem vários métodos que auxiliam na avaliação dos efeitos ambientais associados ao produto, mas no atual trabalho aborda-se o assunto para criar recomendações que venham a orientar o desenvolvimento da máquina transplantadora de mudas com o objetivo de minimizar os custos ambientais.

Na Tabela 3.1, a seguir, a análise do ciclo de vida na transplantadora de mudas, buscando registrar e apresentar de forma sistemática as informações para o desenvolvimento do projeto, no tocante a possíveis reduções de seus custos, possibilidade de inovação tecnológica e melhoramentos no desenvolvimento do produto com o objetivo do menor custo ambiental de criação, uso, manutenção e descarte.

Tabela 3.1 – Análise do Ciclo de Vida na Transplantadora de Mudas

Fases do ciclo de vida	Objetivos	Saídas Indesejáveis	Comentários
Valores para o consumidor	Identificar os valores do consumidor com relação aos principais aspectos do produto para orientar o projetista ao longo do desenvolvimento.	Identificar como consumidores grupos não representativos potencialmente de usuários final do produto em análise.	Fazer uma pesquisa de mercado com questionários dirigidos para identificar as reais necessidades/valores do mercado.
Custos	Identificar na pesquisa de mercado qual é o poder aquisitivo dos potenciais consumidores e qual o valor máximo que eles estão dispostos a pagar.	Identificar o valor para o produto em análise que o consumidor não estaria disposta a pagar.	O custo de um produto deve ser de acordo com a realidade econômica de seu grupo de consumidores.
Projeto do Produto	Buscar desenvolver cada fase de acordo com as necessidades do consumidor, sempre buscando atingir a máxima performance.	Desenvolver um produto com baixa performance e alto custo.	Em todas as fases do projeto ter sempre o objetivo de desenvolver produto que não cause danos ao meio ambiente.
Fabricação	Usar matéria-prima de baixo consumo de energia reciclável e de baixo peso específico e processo de transformação pouco ou nada poluente.	Peças produzidas por processos que consomem muita energia, são poluentes e usam matéria-prima não reciclável.	Buscar atingir os objetivos adotando os processos de fabricação o mais barato possível.
Aferição da qualidade das peças	Verificar se as peças produzidas atendem as suas especificações técnicas e aos padrões de qualidade.	Peças defeituosas e fora dos padrões.	Buscar minimizar os custos com o controle da qualidade das peças.
Montagem	Padronizar os parafusos, reduzindo seu uso tanto quanto possível.	Uso de grande número de parafusos e sua não-padronização.	Usar de engates rápidos para auxiliar na montagem.
Uso	Que não exija conhecimento específico e não exponha o operador a graves riscos.	Que exija alto nível de conhecimento técnico do operador e o exponha a perigos.	Que atenda as normas de segurança e seja leve

Continuação

Manutenção	Menor número possível de pontos de lubrificação e que use manutenção preventiva.	Número elevado de pontos de lubrificação e ocorrência de quebras inesperadas.	Inspeção diária na máquina antes de colocá-la em uso.
Reuso	Padronização dos componentes para serem usados em outras máquinas disponíveis na propriedade.	Componentes específicos que são empregados somente nesse produto.	Que suas peças sejam intercambiáveis para servir na manutenção de outras máquinas.
Reciclagem	Máquina de fácil desmontagem e com a identificação padronizada da matéria-prima na própria peça.	Difícil desmontagem e identificação da matéria-prima na peça.	Usar o menor número possível de tipos de matéria-prima na fabricação das peças.

Com as informações sobre o ciclo de vida contidas na tabela 3.1, ficam registrados os objetivos de cada fase que devem ser abordados e priorizados por sua grande importância para o desenvolvimento do produto.

3.3 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS POTENCIAIS CONSUMIDORES

O item 3.2 e seus subitens abordam os assuntos descritos nas tarefas 1.1.2 e 1.1.3 da etapa 1.1 do fluxograma mostrado na Figura 3.1, porém não serão usados os documentos ali sugeridos, por serem considerados desnecessários.

O setor rural da região Sul do Brasil apresenta grandes diferenciações entre os seus representantes. Tais diferenças são visíveis entre os agricultores familiares e os patronais, bem como entre os próprios agricultores familiares, quando consideradas as características socioculturais e edafoclimáticas das microrregiões geográficas. Para bem caracterizar os sistemas de produção presentes entre os agricultores familiares da região Sul seriam necessários, no mínimo, seis estudos de caso, agrupando-se regiões com semelhanças socioculturais e em seus sistemas de produção nos três Estados. Destacam-se, por exemplo, como regiões semelhantes, as regiões para grãos/produção animal (Sudoeste-PR, Oeste e Extremo Oeste-SC e Alto Uruguai-RS), fumageiras (Santa Cruz do Sul-RS, Vale do Itajaí-SC e Centro Sul-PR), produção de grãos (Oeste e Norte-PR e Missões-RS), gado (Nordeste-PR e Lages-SC, Pampa-RS), fruticultura (Serra Gaúcha), entre outras com características próprias.

Conforme já citado no capítulo I, o regime fundiário predominante no Estado de Santa Catarina caracteriza-se pelo grande número de pequenas propriedades rurais (mais de 90% dos estabelecimentos com áreas inferiores a

50 hectares) e também pelo fato de a grande maioria dessas propriedades ser explorada pelas próprias famílias dos agricultores (cerca de 80% são proprietários; o restante trabalha em regime de parceria ou arrendamento).

3.3.1 Tipificação de estabelecimentos agrícolas de Santa Catarina - CEPA/SC

Em 1994, o Instituto CEPA e a EPAGRI realizaram um estudo publicado em seis volumes intitulado “*Tipificação de Estabelecimentos Agrícolas*”, abrangendo toda Santa Catarina, com dados globais do Estado (Vol. I) e por regiões, sendo: Região de Florianópolis (Vol. II), Região do Litoral Norte Catarinense (Vol. III), Região do Litoral Sul de Santa Catarina (Vol. IV), Região do Oeste Catarinense (Vol. V) e Região do Planalto Catarinense (Vol. VI). Foram ainda trabalhados alguns indicadores no âmbito municipal.

Utilizando os dados do IBGE, levantados no Censo Agropecuário de 1985, os estabelecimentos agrícolas foram classificados de acordo com o Valor Bruto da Produção (VBP), associado a variáveis como indicadores do tamanho das atividades (escala), grau de modernização e intensidade, relações e produção e integração ao mercado e grau de diversificação, resultando em 16 “pré-tipos” e 57 “tipos” de agricultores.

Tabela 3.2 – Em Santa Catarina os Critérios para Classificação Social dos Tipos de Produtores Rurais, segundo o Instituto CEPA/SC

VARIÁVEIS	UNIDADE	MICRO-PRODUTOR ¹	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
Área total	ha	< 5	5 a 15	15 a 40	> 40
Mão-de-obra	EH	< 2	2 a 4	4 a 6	> 6
VBP geral	US\$	< 1.800	1.800 a 4.500	4.500 a 11.000	> 11.000
Fruticultura e avicultura	US\$	< 2.700	2.700 a 9.000	9.000 a 27.000	> 27.000

Fonte: Instituto CEPA/SC.

Este estudo do Instituto CEPA (Fonte IBGE - Censo Agropecuário 1985) mostrou que:

(...) em Santa Catarina, em 1985, os grandes produtores representavam 4,78% do número total de estabelecimentos; 14,45% do valor bruto da produção estadual; 25,4% da área total; 17,5% da área de grãos; 7,5%

¹ Entre os miniprodutores estão incluídos os produtores de baixa renda ou microprodutores (produtores com VBP anual inferior a US\$ 411, o equivalente a 6 (seis) salários mínimos no período).

da mão-de-obra total e 38% da força moto-mecanizada do Estado. Entre os grandes produtores, enquadrava-se a maioria dos agricultores patronais do Estado.

Já o “tipo” mais importante deste grupo, dos produtores de grãos que é o grande produtor tecnificado de grãos, utilizava 78% de sua mão-de-obra proveniente da família.

“Os médios produtores representam 19,24% do número de estabelecimentos; 39,84% do valor bruto da produção; 26,9% da área total; 27,9% da área de grãos; 23,8% da mão-de-obra e 48,3% da potência moto-mecânica.”

Entre os médios produtores, a mão-de-obra era predominantemente familiar, com exceção apenas do médio produtor especializado em maçãs.

“Os pequenos agricultores representavam 41,8% dos estabelecimentos; 35,64% do VBP; 32,8% da área total; 42,6% da área de grãos; 41,9% da mão-de-obra total e 10,1% da disponibilidade da força trator do Estado.”

Com 2 a 4 pessoas de mão-de-obra basicamente familiar, o VBP era de US\$ 1.800 a US\$ 9.000. Parte destes pequenos agricultores poderia ser classificada na categoria dos “consolidados” e parte na dos de “transição”.

Os miniprodutores representavam 28,53% dos estabelecimentos; 9,82% do VBP; 13,7% das terras; 12% da área de grãos; 20,7% da mão-de-obra e 3,6% da força motomecânica. Os miniprodutores, em geral, detinham um VBP menor, ou igual a US\$ 1.800. No caso de sistemas intensivos, como fruticultura ou avicultura, o VBP era menor ou igual a US\$ 2.700.

A Tabela 3.2 apresenta os pré-tipos com a classificação social e o respectivo número de estabelecimentos e sua produção. Finalmente, os microprodutores constituíam 5,65% do número de estabelecimentos e apenas 0,25% do VBP.

Estes dois últimos grupos podem ser classificados como agricultores “periféricos”, quando comparados com o estudo desenvolvido pela FAO/INCRA 1995.

Tabela 3.3 - Número de Estabelecimentos e Percentual da Produção de acordo com os “Pré-tipos” de Agricultores em SC

PRÉ-TIPO CLASSIFICAÇÃO SOCIAL DO TIPO	ESTABELECIMENTOS		PRODUÇÃO
	Número	%	%
1 LAVOURA/GRÃOS	48.552	21,16	17,29
Grãos. 1: Grande Prod. Tecnificado de Grãos	4.910	1,96	4,85
Grãos. 2: Pequeno Produtor de Grãos	20.868	9,09	6,51
Grãos. 3: Médio Prod. Espec. de Arroz Irrigado	4.141	1,81	3,77
Grãos. 4: Microprodutor de Milho e Feijão	19.052	8,30	2,16

2 LAVOURAS/MATÉRIAS PRIMAS	37.889	16,51	20,03
MP. 1: Pequeno Prod. Especializado de Fumo	22.897	10,02	10,55
MP. 2: Médio Produtor de Fumo	9.954	4,34	8,70
MP. 3: Microprodutor de Mandioca	4.948	2,15	0,78

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário 1985.

Elaboração: Instituto CEPA/SC.

No Estado de Santa Catarina, a população rural decresceu a uma taxa geométrica de 1% ao ano, passando de 1.473.695 habitantes, em 1980, para 1.333.457, em 1991, como se vê na tabela 3.3.

Tabela 3.4 – População Urbana e Rural, por grupo de idade - 1980/91 em Santa Catarina

Grupos de Idade	1980					
	Rural	%	Urbano	%	TOTAL	%
De 0 a 14 anos	596.545	40,52	768.678	35,72	1.365.223	37,67
De 15 a 19 anos	188.350	12,79	266.983	12,41	455.333	12,56
De 20 a 29 anos	247.683	16,82	427.171	19,85	674.854	18,62
Mais de 30 anos	439.826	29,87	689.069	32,02	1.128.895	31,15
TOTAL	1.472.404	100,00	2.151.901	100,00	3.624.305	100,00

Grupos de Idade	1991					
	Rural	%	Urbano	%	TOTAL	%
De 0 a 14 anos	457.758	34,33	1.045.824	2,60	1.503.582	33,10
De 15 a 19 anos	138.789	10,41	308.162	9,60	446.951	9,84
De 20 a 29 anos	245.182	18,39	623.306	19,43	868.488	19,12
Mais de 30 anos	491.728	36,88	1.231.245	38,37	1.722.973	37,93
TOTAL	1.333.457	100,00	3.208.537	100,00	4.541.994	100,00

Fonte: Censos Demográficos 1980 e 1991 – IBGE.

Assim, levando-se em consideração o fato de que praticamente já não existem mais terras inexploradas em Santa Catarina, a manutenção da atual posição de destaque do Estado na agropecuária nacional só será possível incrementando a produtividade.

Com relação aos diferentes tipos de culturas praticadas no Estado, as que apresentam maior destaque são a cebola, o milho, o alho, a maçã, o fumo e o feijão, entre outros.

3.4 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PROJETO

A tarefa 1.2.1 da etapa 1.2 não será abordada neste trabalho porque o

tipo de produto que se está desenvolvendo não exige sua aplicação no desenvolvimento da máquina transplantadora de mudas.

Já as tarefas 1.2.2 e 1.2.3 da etapa 1.2, – oportunidades de inovação tecnológica e mercadológica – são abordadas a seguir.

Do estudo feito no item 3.3 infere-se que as características marcantes encontradas com relação aos potenciais consumidores do produto aqui em desenvolvimento são o **restrito poder aquisitivo** e a **carência de recursos técnicos e financeiros**.

Portanto, o problema de projeto a ser resolvido é desenvolver um produto que atenda as necessidades da pequena propriedade, considerando-a como um universo à parte, bastante complexo, com grande número de atividades e interações, que devem ser muito bem conhecidas quando se tem por objetivo promover qualquer mudança ou transformação. Bom conhecimento do funcionamento dessas propriedades é imprescindível para que a tecnologia proposta não interfira negativamente nas práticas correntes utilizadas.

3.5 IDENTIFICAÇÃO DOS DESEJOS E DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES E USUÁRIOS DO PROJETO

Neste item serão abordadas as tarefas 1.3.1, 1.3.2 e 1.3.3 da etapa 1.3; cuja realização dispensou o uso dos documentos D2, D3, D4 e D5, sugeridos pelo fluxograma da metodologia apresentado na Figura 3.1, por terem sido considerados desnecessários para o trabalho que se está desenvolvendo.

Na sua grande maioria, os clientes e usuários do produto em desenvolvimento identificam-se com as características citadas a seguir:

- produção de subsistência (auto-abastecimento);
- diversidade da produção;
- baixo nível de escolaridade;
- nítida e crescente migração de jovens para centros urbanos, com escassez generalizada de mão-de-obra em muitas propriedades, especialmente em determinadas operações, como no plantio ou transplante (implementação da cultura na lavoura) e na colheita;
- utilização de poucas tecnologias apropriadas, principalmente em adaptações de equipamentos;
- baixa remuneração;
- trabalho árduo (permanece muito tempo na mesma posição e

- exposto ao tempo);
- grande resistência a mudanças, principalmente pelo medo de correr riscos.

Essas informações foram tiradas de trabalhos anteriores, como teses e dissertações desenvolvidas no NeDIP, e de consultas feitas a fabricantes de máquinas destinadas a esse nicho de mercado, além de consultas a pesquisadores de outras instituições que trabalham com áreas de pesquisa afim. Dessa mesma forma foram levantadas as necessidades dos consumidores.

3.6 ESTABELECIMENTO DOS REQUISITOS DOS CLIENTES

Os requisitos de projeto para o produto em desenvolvimento no atual trabalho são provenientes de duas áreas cujas necessidades e particularidades são descritas a seguir; no fechamento do item, faz-se a relação das necessidades, o que culmina em contemplar a tarefa 1.4.1 da etapa 1.4, porém sem usar a ferramenta F1 citada no fluxograma da Figura 3.1 para seu desenvolvimento.

3.6.1 Parâmetros agronômicos

O transplântio de mudas de cebola, fumo, repolho e tomate, entre outras, é necessário porque para semeá-los na lavoura nem sempre se dispõe do tempo necessário ao desenvolvimento do ciclo completo da cultura, porque se pode, por exemplo, enquanto se prepara o solo, ganhar tempo, adiantando parte do ciclo numa estufa ou viveiro de mudas.

Convém salientar que, ao transplantar, também serão escolhidas somente mudas boas, enquanto que na semeadura não se pode prever o desenvolvimento da semente desde a germinação até o período do transplântio, não se tem certeza da distribuição definitiva e da densidade de plantas porque há sementes muito pequenas, em alguns casos inferior a 1mm^3 , e sensíveis. Muitas culturas são sensíveis a doenças e pragas de início de ciclo que podem ser evitadas e ou controladas facilmente em viveiros, enquanto o monitoramento e o controle no campo é muito mais difícil.

Outro aspecto é o espaço utilizado. Imagine-se a irrigação e os outros cuidados com plantas jovens, que em um viveiro de 1.000m^2 podem ser acomodo-

dadas e que ocuparão 10há: o controle do ambiente (temperatura, umidade, pragas, outros concorrentes e intempéries da natureza) é muito mais fácil numa área menor.

Outro aspecto é que, uma vez implementada no campo inicia-se uma competição entre a cultura e as outras plantas locais, as ervas daninhas. Como o transplante envolve plantas de um a seis meses, a chance de sobrevivência é muito maior.

Por haver-se desenvolvido em condições ótimas na sua juventude, as plantas transplantadas podem atingir as fases de seu ciclo mais bem preparadas, aproveitando melhor seu potencial produtivo.

A implementação de uma lavoura por transplante de mudas pode ser feita de diversas formas. Podem ser utilizadas desde ferramentas rudimentares para furar o solo onde se coloca a muda, até máquinas sofisticadas que fazem essa atividade sem usar muito esforço humano.

3.6.2 Parâmetros mecânicos

Quanto aos parâmetros mecânicos, um dos principais é a potência necessária ao acionamento da máquina com a realização das seguintes tarefas: abertura do sulco, distribuição e aterramento das mudas e transporte dos operadores e mudas.

A julgar pelas informações até aqui levantadas sobre fontes de potência disponíveis aos pequenos agricultores (tratores de pequeno porte e tração animal), pode-se concluir que os microtratores são adequados, na maioria dos casos, para serem usados como fonte de potência, mesmo levando em conta alguns fatores desfavoráveis, já citados no Capítulo I.

Além disso, a ocorrência desse tipo de máquina em pequenas propriedades é bastante grande, o que viabiliza o desenvolvimento de uma transplantadora de mudas acoplada a microtratores. Em relação à faixa de potência disponível, estes situam-se entre 13 CV (mais antigos) e 16 CV (mais novos). Portanto, a máxima potência exigida pelo implemento deverá ficar em torno de 10 CV (7,46 KW).

Além disso, deseja-se um acoplamento rápido e de fácil conexão do implemento com o trator de rabiças, possivelmente na sua parte traseira. Tal disposição do implemento também leva em conta os aspectos de: segurança, operação, ergonômicos e de desempenho do equipamento.

As dimensões construtivas a serem utilizadas envolverão considerações a respeito dos esforços e das cargas de impacto, desgaste em peças móveis, entre outros, e também o interfaceamento com a fonte de potência a ser utilizada e com o operador.

Em se tratando das dimensões mais apropriadas para o implemento, sua largura e comprimento dependem da disposição e do tipo do mecanismo dosador de mudas, do tipo e do tamanho do reservatório de água e do tipo do sulcador, pois as dimensões estão relacionadas diretamente com a quantidade de potência consumida.

O detalhamento de outras dimensões, tais como largura total, altura e comprimento da máquina devem ser estudados com cautela, porque tais dimensões influem não só na estabilidade do conjunto implemento-microtrator, como também na facilidade de operação e no conforto do operador.

Cumprido ressaltar que todo o dimensionamento mecânico relativo às peças dos conjuntos que formam a máquina, o comprimento e a espessura dos elementos que os compõem, e as dimensões dos elementos de fixação, entre outros, serão feitos levantando-se em conta as velocidades de trabalho, os desgastes envolvidos com o contato com o solo e o impacto com possíveis empecilhos que ainda estejam fixos no solo, como pedras e troncos (raízes de árvores que ainda estão fixas).

3.6.3 Lista das necessidades e desejos dos clientes

No rol das necessidades dos clientes, estão envolvidos os três tipos, alguns de modo mais explícito (clientes externos), outros de forma implícita (clientes intermediários e internos).

As necessidades gerais relacionadas ao ciclo de vida do produto são:

1. apresentar baixo custo de aquisição;
2. ser durável;
3. ter baixo peso;
4. ser de fácil operação;
5. fácil e rápido acoplamento com o microtrator;
6. boa estabilidade do conjunto (microtrator mais transplantadora);
7. anteparos de proteção às partes móveis que representem riscos ao(s) operador(es) (correias, polias, acoplamentos, entre outras);

8. fácil e rápida manutenção;
9. dispensar mão-de-obra especializada para a manutenção;
- 10.o implemento adequado a trabalhar com as características específicas das diferentes culturas a serem trans-plantadas;
- 11.capacidade de distribuição uniforme de mudas, de acordo com a cultura que se está transplantando;
- 12.permitir ajuste de profundidade de aterramento da muda (profundidade do sulco);
- 13.ter dispositivo (modular) para irrigar o transplante da cultura, se for o caso;
- 14.ter mecanismo (modular) para fazer a adubação, caso a cultura necessite;
- 15.a potência consumida adequada ao microtrator;
- 16.permitir ajuste da quantidade de terra sobre a muda;
- 17.permitir ajuste do nível de compactação da terra sobre a muda;
- 18.implemento suficientemente leve e compacto;
- 19.ter boa aparência;
- 20.ser robusto;
- 21.ser ergonômico;
- 22.materiais padronizados na fabricação do implemento;
- 23.fabricação e montagem o mais simplificada possível, reduzindo custos de produção.

3.7 ESTABELECIMENTO DOS REQUISITOS DO PROJETO

Neste item se desenvolvem as tarefas 1.5.1 e 1.5.2 da etapa 1.5 do fluxograma da Figura 3.2 cujo desenvolvimento não exigiu o uso da ferramenta F1 e do documento D1 proposto pela metodologia; para execução dessa tarefa foram tomadas como base as necessidades dos clientes expressas no item 3.6.3, apresentadas na forma de termos técnicos, como se vê na Tabela 3.5 a seguir:

Tabela 3.5 - Estruturação do Estabelecimento dos Requisitos de Projeto

Nº	Requisitos de projeto (Os QUÊS)	Especificações de projeto (Os COMOS)
1	Ser durável	Vida útil
2	Ser fácil de operar o conjunto	Massa total
3	Ser fácil de regular (aterramento)	- Volume de terra sobre a muda - Pressão da terra sobre a muda
4	Permitir o transplante de outras culturas	- Variação da distância entre mudas - Variação da velocidade de transplante
5	Posicionar a muda verticalmente	Haste de apoio
6	Dosar água adequadamente	Volume de água depositado
7	Dosar muda adequadamente	- Variação da distância entre mudas - Profundidade de deposição da muda
8	Dosar adubo adequadamente	Volume de adubo
9	Permitir a operação em plano inclinado	Declividade máxima do terreno
10	Ter baixo consumo de potência	- Massa total - Potência consumida
11	Ter baixo nível de ruído e vibração	Nível de ruído e vibração
12	Apresentar baixo tempo de manutenção	Tempo de manutenção
13	Apresentar tempo entre manutenção longo	Freqüência de manutenção
14	Apresentar peças de fácil aquisição	Número de peças padronizadas disponíveis comercialmente
15	Evitar uso de ferramentas especiais na manutenção	Número de peças padronizadas disponíveis comercialmente
16	Permitir operação segura	Número de partes móveis expostas
17	Possuir proteção nas partes móveis	Número de partes móveis expostas
18	Apresentar boa dirigibilidade	- Variação da altura do banco do piloto - Variação da distância do piloto aos comandos
19	Permitir acesso as mudas	- Variação da distância do banco do operador - Distância mínima do dosador ao operador
20	Permitir acesso ao dosador (mudas)	Distância mínima do dosador ao operador
21	Permitir tempo adequado para alimentar o dosador (mudas)	Tempo do ciclo de alimentação
22	Apresentar baixo preço de compra	- Custo de material - Custo de fabricação - Custo de montagem
23	Apresentar baixo custo de operação	Custo de operação
24	Apresentar baixo custo de manutenção	Custo de manutenção
25	Apresentar materiais de baixo custo	Custo de material
26	Apresentar processo de fabricação de baixo custo	Custo de fabricação
27	Utilizar componentes padronizados	- Custo de manutenção - Custo de fabricação
28	Possuir tolerâncias adequadas ao processo	Faixa de tolerância
29	Apresentar facilidade de montagem	Tempo de montagem

Porém, com os requisitos de projeto estabelecidos e a especificação técnica de como atingi-los também estabelecida, necessita-se ranquear, ou seja, identificar os valores do consumidor para cada requisito de projeto, informação essa necessária para se usar a matriz *casa da qualidade*.

Com o objetivo de se atribuir o valor do consumidor a cada requisito, o mais próximo da realidade sistemática e coerentemente, usou-se o **Diagrama de Mudge**, pois não foram realizadas enquetes com os agricultores, principalmente devido ao pouco tempo disponível.

O método de Mudge relaciona todos os requisitos dois a dois, estabelecendo qual é mais importante através da atribuição de pesos de importância; feito isso com todos os itens, hierarquizam-se os requisitos. A hierarquização dos requisitos é feita pela soma dos pesos atribuídos ao item na coluna e linha correspondente; a pontuação dos itens será dividida em faixas, e os itens que se enquadrarem dentro dessas faixas receberão o mesmo peso, sendo este peso atribuído ao item usado na análise da casa da qualidade.

Assim, para o projeto em questão, foram construídos dois diagramas: o primeiro compara todas as necessidades, através de um Diagrama (chamado de Diagrama de Mudge 1) e sem separação entre as necessidades dos clientes internos e externos. No segundo Diagrama (chamado de Diagrama de Mudge 2) é feita a comparação entre as necessidades dos clientes internos e externos separadamente, sendo esses diagramas mostrados na Figura A1 e A2 do Apêndice A.

3.8 APLICAÇÃO DA CASA DA QUALIDADE E DA ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO

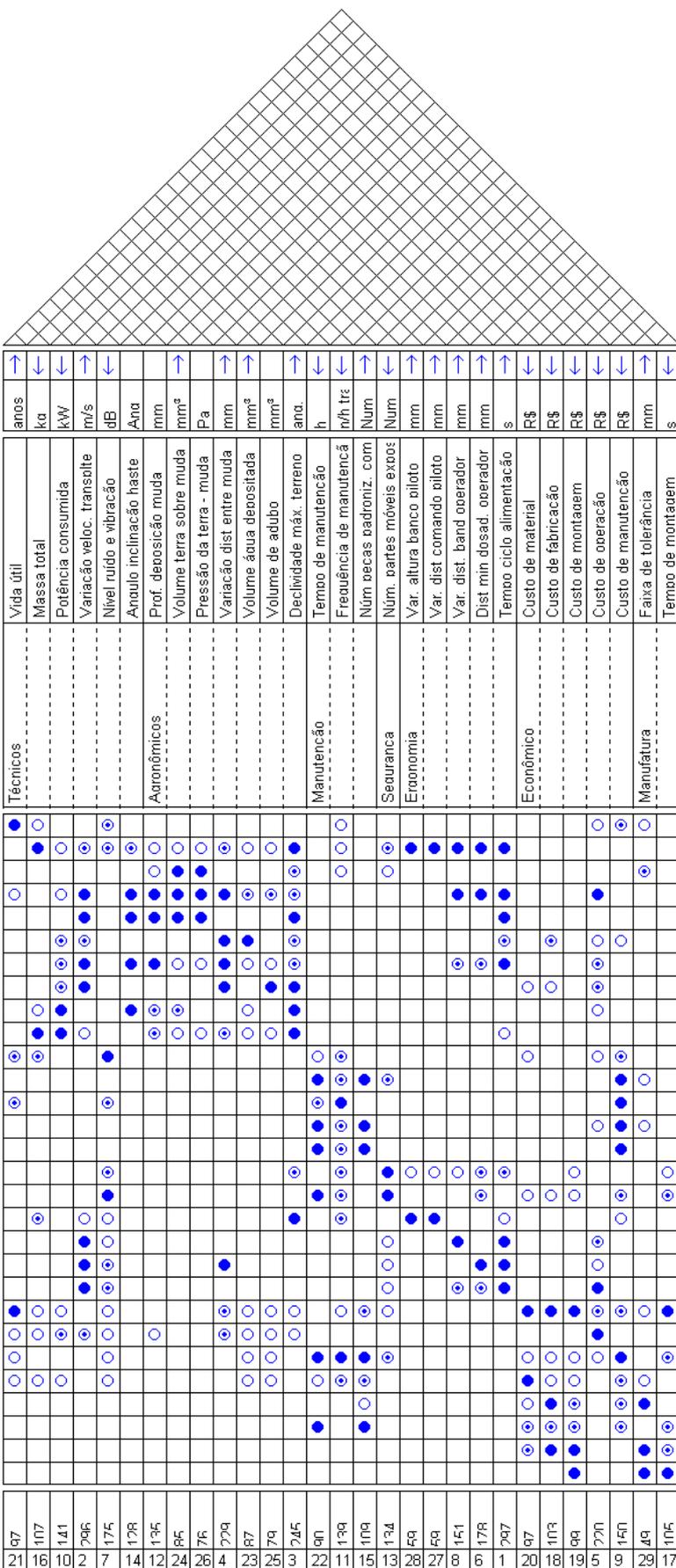
O assunto relativo à tarefa 1.6.1 da etapa 1.6 mostrada na Figura 3.1 já foi trabalhado no capítulo 2, que trata do estado da arte dos equipamentos iguais ou similares ao do projeto em desenvolvimento.

A tarefa 1.7.1 da etapa 1.7, que trata da hierarquização dos requisitos de projeto, feita através da aplicação da ferramenta do **QFD**, é apresentada nas Figuras 3.1 e 3.2. Após essa hierarquização pelo método do QFD, são estabelecidas as especificações de projeto para a máquina transplantadora de mudas, que corresponde à tarefa 1.8.1 da etapa 1.8, mostrado na Tabela 3.6, para cujo desenvolvimento é usado o documento D8, sugerido pela metodologia.

Nas especificações do projeto são apresentados os resultados da aplicação da matriz do QFD sistematizados e hierarquizados. Essas especificações, mostradas na Tabela 3.6, representam um guia para o desenvolvimento do projeto.

A tabela de especificações 3.6 mostra uma descrição de cada item, juntamente com um valor meta a ser atingido, que pode ser um número, uma porcentagem em relação a outro parâmetro, ou ainda uma estimativa desejada. Em seguida é mostrada a unidade meta a ser atingida e ainda é indicado um sensor que tem como função pré-fixar um modo de mensuração da meta. A Tabela 3.6 também apresenta possíveis saídas indesejáveis para a meta especificada, ou seja, a disfunção que a máquina não deve ter.

Legenda	
Relacionamento	Telhado
● Forte 5	+ Fortemente Positivo 5
⊙ Médio 3	+ Positivo 1
○ Fraco 1	- Negativo -1
	- Fortemente Negativo -5



O Ques

Funcionalidade	Ser durável	3
	Ser fácil de operar o conjunto	6
	Ser fácil de regular (aterramento)	1
	Permitir transpl. de outras cultur.	4
	Posicionar a muda verticalmente	6
	Dosar água adequadamente	5
	Dosar muda adequadamente	9
	Dosar adubo adequadamente	4
	Permitir operaç. plano inclinado	3
	Ter baixo consumo de potência	6
Manutenção	Ter baixo nível de ruído e vibração	3
	Apres. baixo temp de manuten..	1
	Apres. temp entre manut. longo	1
	Apres. peças de fácil aquisição	3
Segurança	Evitar uso ferrat. especi. manut.	1
	Permitir operação segura	9
Ergonomia	Possuir prote. nas partes móveis	3
	Apresentar boa dirigibilidade	4
	Permitir acessibilidade às mudas	7
	Permitir acessibili. ao dosador	7
Custos	Permi. tep. adeq. alimen. dosador	10
	Apresent. baixo preço de compra	10
	Apresent. baixo custo de opera.	6
Manufatura	Apresent. baixo custo de manut.	6
	Apresent. materi. de baixo custo	4
	Apresent. proc. fabri. baixo custo	2
	Utilizar compo. padronizados	2
	Possuir tolerânc. adequ. ao proc.	1
	Apresent. facilidade de montage	2

Importância do Requisito

97	107	141	206	175	128	196	85	24	76	229	87	79	245	90	199	109	134	59	59	161	178	207	97	103	99	220	160	49	115
21	16	10	2	7	14	12	24	24	4	23	25	3	22	11	15	13	28	28	27	8	6	1	20	18	19	5	9	29	17

Figura 3.2 – Casa da Qualidade para a Máquina Transplantadora de Mudás (Mudge 1)

Tabela 3.6 – Especificações de Projeto de Produto – Transplantadora de Mudanças

REQUISITOS	UNID.	OBJETIVOS	SENSOR	SAÍDAS INDESEJÁVEIS	COMENTÁRIOS
1. Tempo do ciclo de alimentação	segs.	1 segundo para alimentar o dosador	Tempo de alimentação do mecanismo dosador (cronômetro)	Mecanismo de dosagem sem ser alimentado	Não deve ser inferior a 1 segundo, pois em menor tempo o operador não poderá alimentá-lo.
2. Variação da velocidade de transplante	m/s	Possibilidade de variar as velocidades de 400 a 1500 m/h	Tempo mínimo para alimentar o dosador deve ser mantido (cronômetro)	Impossibilidade de variar as velocidades de transplante	Destinada a transplantar diferentes culturas, a máquina vai trabalhar a velocidades de transplante desejada.
3. Declividade máxima do terreno	Graus	Que a máquina tenha boa estabilidade em terreno de até 16° de inclinação	Inclinação do terreno (goniômetro)	Impossibilidade de trabalhar em terrenos inclinados	Estabilidade para trabalhar nesse tipo de terreno (terreno inclinado)
4. Variação da distância entre mudas	mm	Que a máquina deposite as mudas a uma distância de 8 a 50 mm	Distância entre as mudas na linha de plantio (trena)	Impossibilidade de alterar a distância de deposição entre as mudas na linha	Facilidade de ajuste da variação de distância entre mudas
5. Custo de operação	R\$/h	Otimizar esse custo Máximo de 50 R\$/h	Levantamento de custos durante a operação.(planilha de controle de custos)	Custos de operação acima do especificado	Busca-se otimizar o projeto objetivando máxima redução dos custos de operação
6. Distância mínima do dosador ao operador	mm	Usar a menor distância possível Máximo de 100 mm	Conforme as tabelas antropométricas (medindo com trena)	Posição de trabalho anti-ergonômica	Possibilidade de ajuste para os diferentes tipos antropométricos de potenciais operadores
7. Custo de manutenção	R\$	Máximo de R\$ 100 por manutenção	Custo de manutenção anuais (planilha de custos).	Custo de manutenção anual acima do especificado	Busca-se otimizar o projeto objetivando máxima redução dos custos de manutenção
8. Nível de ruído e vibração	dB	Máximo de 85 dB para 8h de trabalho diário	Medidores apropriados (decibelímetros)	Nível de ruído acima do especificado	Nível de ruído acima do valor especificado pode provocar sérias lesões físicas no operador

Continuação

9. Potência consumida	kW	Máx. de 7,46 kW.	Célula de Carga	Potência consumida acima de 7,46 kW	Objetiva-se essa potência máxima em função da potência total disponível em tratores de rabiça
10. Ajustagem da distância do banco do operador	mm	Adequar as medidas antropométricas do potencial operador, máximo de 150 mm	Comparar com tabelas antropométricas (com trena)	Impossibilidade de ajuste com as características antropométricas dos potenciais operadores	Que seja de fácil ajuste às características de cada potencial operador
11. Profundidade de deposição da muda	mm	Variação na profundidade de deposição das mudas	Trena	Impossibilidade de ajuste às características agrônômicas das culturas trabalhadas	Facilidade na ajustagem da profundidade de deposição das mudas
12. Frequência de manutenção	N ^a	Manutenção preventiva a cada 50 horas de trabalho	Planilha de manutenção	Superior a uma vez a cada 50h de trabalho	Facilidade de manutenção
13. Número de peças padronizadas comercialmente	%	100%	Planilha das peças padronizadas	Porcentagem de peças padronizadas não devem ser inferior a 75%	Entende-se por 100% das peças padronizadas o uso de chapas de aço comerciais, parafusos, molas, rolamentos, entre outras, de fácil aquisição.
14. Custo de material	R\$	30% do custo total	Planilha de custos	Custos de material acima do especificado	Busca-se otimizar o projeto objetivando a máxima redução dos custos de material.
15. Ângulo de inclinação da muda	Ângulo	Reta Verticalmente	Verificação da posição da muda (goniômetro)	Mudas na posição transversal ou soterradas	Facilidade de ajuste do ângulo de diferentes tipos de mudas que serão transplantadas
16. Número de partes móveis expostas	N ^o	O menor número possível de partes móveis expostas (0)	Verificação de projeto (planilha de controle)	Grande número de partes móveis expostas, causando riscos ao operador	Proteção das partes móveis é para obter segurança na montagem, operação e manutenção do implemento.
17. Custo de fabricação (custo meta para o protótipo)	R\$	400,00	Custo das operações de fabricação envolvidas.(Planilha de custos)	Custo de fabricação acima do especificado	Busca-se otimizar o projeto para reduzir ao máximo os custos de fabricação.

Continuação

18. Massa total	kg	No máximo de 170 kg.	Balança	Massa total muito acima do especificado, dificultando o manuseio do implemento	Otimizar a quantidade de material a ser usada na máquina
19. Custo de montagem	R\$	Máximo de 200 R\$	Planilha de controle de custos	Custo de montagem acima do limite especificado	Busca-se otimizar o projeto objetivando a máxima redução dos custos de montagem
20. Tempo de montagem	Horas (h)	Otimizar o processo de montagem. Max. 8h	Cronômetro (armazenar os dados)	Tempo de montagem acima do especificado	Procurar minimizar o tempo de montagem objetivando reduzir custos
21. Tempo de manutenção	Horas (h)	Mínimo tempo possível de manutenção	Cronometro	Tempo de manutenção muito acima do especificado	Procurar minimizar o tempo de manutenção objetivando maximizar a disponibilidade do implemento
22. Vida útil	anos	8 anos	Contar o número de anos de vida útil da máquina.	Vida muito inferior a 8 anos	Estima-se uma carga de trabalho de 100 horas anuais
23. Volume de água depositado	ml	Adequado à cultura de 200 a 600 ml	Copo aferidor	Quantidade de água depositada acima ou abaixo do especificado para a cultura	Usar o mínimo possível de água
24. Volume de terra sobre a muda	m ³	Atingir o padrão para a cultura	Verificar o nível de terra no caule da muda (trena)	Mudas soterradas ou com pouca terra sobre sua raiz	A quantidade correta de terra sobre a muda é indispensável para a pega e produtividade da cultura
25. Volume de adubo	Gramas por metro linear	Dosar a quantidade especificada de 5 a 40 gramas por metro linear	Regulagem do dosador de adubo: verificar com balança ou copo calibrado	Quantidade de adubo depositada acima ou abaixo do especificado para a cultura	Usar o mínimo possível de adubo
26. Pressão da terra sobre a muda	Pa	Fixar a muda	Mão humana	Mudas que receberam pressão excessiva ou insuficiente	Ajustar a pressão à cultura a ser trabalhada

Continuação

27. Variação da distância do comando ao piloto	mm	Adequar às medidas antropométricas do potencial operador	Comparar com tabelas antropométricas (trena)	Impossibilidade de ajuste com as características antropométricas dos potenciais operadores	Ser de fácil ajuste às características de cada potencial operador
28. Variação da altura do banco do operador	mm	Adequar as medidas antropométricas do potencial operador	Comparar com tabelas antropométricas (trena)	Impossibilidade de ajuste com as características antropométricas dos potenciais operadores	Ser de fácil ajuste às características de cada potencial operador
29. Faixa de tolerância	mm	Usar as maiores faixas possíveis	Equipamentos de medição	Tolerâncias apertadas	Usar faixa de tolerância mediana

3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação ao fluxograma do projeto informacional apresentado na Figura 3.1 da sistemática de projeto adotada, identifica-se que é bastante minucioso e diretivo, porém esse direcionamento contribuiu para o desenvolvimento do trabalho.

Para melhor atender as necessidades do trabalho em desenvolvimento, além das ferramentas sugeridas pela metodologia, foi empregado o *Diagrama de Mudge*, usado para atribuir valores de importância para as necessidades do consumidor, que são avaliadas pela ferramenta da casa da qualidade.

O principal documento gerado neste capítulo é a Tabela 3.6, que apresenta como resultado as especificações de projeto para a transplantadora de mudas, obtida pela aplicação da ferramenta da casa da qualidade.

A Tabela 3.6 tem todas as informações necessárias para prosseguirmos com o trabalho de acordo com os requisitos do consumidor, sendo tais informações e especificações registradas neste capítulo a base para o desenvolvimento do próximo. Isso nos dá a convicção de que os objetivos traçados para este capítulo foram plenamente alcançados.

CAPÍTULO IV

4. PROJETO CONCEITUAL MODULAR DA MÁQUINA TRANSPLANTADORA DE MUDAS

4.1 INTRODUÇÃO

Na fase do projeto conceitual é quando se apresentam as maiores oportunidades de criação/ inovação, pois os custos de mudança são baixos e é quando as decisões mais importantes são tomadas. A equipe de projeto utiliza as informações obtidas na fase anterior para gerar e avaliar conceitos do produto. Durante a fase conceitual as especificações do projeto são usadas como base para desenvolver os modelos funcionais.

A síntese funcional é uma ferramenta de suma importância nessa fase do projeto. Porém, a **síntese funcional de sistemas modulares** deve ser entendida como sendo as ações necessárias para formular, com base num problema verbalmente exposto e devidamente descrito e especificado, uma função global e as suas variantes destinadas a representar vários sistemas técnicos, bem como as ações que são necessárias para substituir as formulações dessas variantes por estruturas de funções modularizadas, formadas por meio de funções parciais ou elementares. Por **função global** entende-se a missão do sistema modular como um todo. As **variantes da função global** correspondem a cada uma das diferentes missões do sistema modular. Em outras palavras, correspondem aos diferentes sistemas que podem ser criados com base na missão principal do sistema modular para satisfazer determinados grupos de clientes e consumidores.¹

O objetivo deste capítulo é, numa primeira etapa, estabelecer as estruturas funcionais do sistema modular; na segunda etapa é estabelecer os módulos funcionais do sistema modular; na terceira etapa é selecionar a estrutura

¹ MARIBONDO, J. F.; BACK, N.; FORCELLINI, F. A. Ferramenta de Apoio à Fase do Projeto Conceitual Síntese Funcional de Sistemas Modulares. In: **Congresso Nacional em Engenharia Mecânica - CONEM/2000**. Natal/RN, 2000. p. 2-3.

funcional que melhor atende o problema de projeto; na quarta etapa é estabelecer os módulos construtivos que melhor atendem o problema de projeto e, por fim, escolher as concepções geradas e estabelecer as concepções de projeto que melhor atendem o problema de projeto. Em paralelo com essas atividades são usados métodos e processos criativos para garantir melhor resultado.

Para auxiliar no desenvolvimento deste capítulo, usa-se o roteiro de apoio ao desenvolvimento do projeto conceitual de produtos modulares apresentado na metodologia desenvolvida por Maribondo (2000), apresentada na Figura 4.1; e, após a figura, comentário sobre a estrutura por ele proposta.

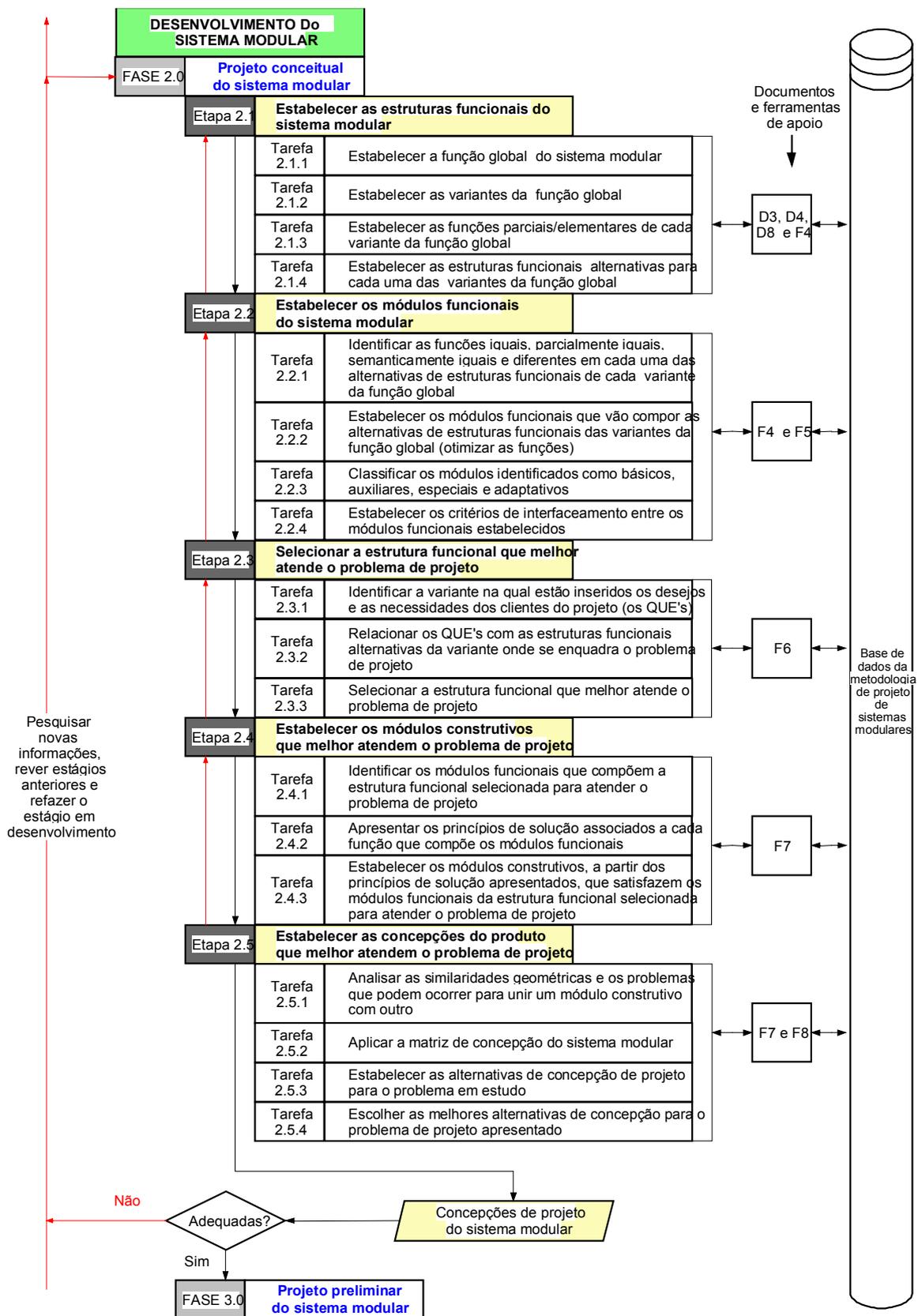


Figura 4.1 - Detalhamento do Projeto Conceitual do Sistema Modular (MARIBONDO, 2000)

O fluxograma apresentado na Figura 4.1 tem o objetivo de orientar o desenvolvimento do projeto conceitual da máquina transplantadora de mudas descrito neste capítulo. As etapas e tarefas descritas pelo fluxograma da metodologia visam orientar o desenvolvimento desta fase do projeto. Convém enfatizar que as metodologias são propostas feitas buscando-se a atender o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de produtos como um todo, portanto etapas e ou tarefas podem ser realizadas ou não para determinado tipo de produto sem trazer benefício ou prejuízo algum para seu desenvolvimento. Essa decisão de realizar ou não determinada etapa ou tarefa fica a cargo do projetista ou equipe de projeto.

Com relação à etapa 2.1 do fluxograma apresentado na Figura 4.1, as tarefas a que se refere são desenvolvidas dentro do item 4.2 deste capítulo, sendo a realização da tarefa 2.1.1 apresentada na Figura 4.2, enquanto o desenvolvimento da tarefa 2.1.2 é apresentado nas Figuras 4.3; 4.4 e 4.5. Já a tarefa 2.1.3 e a descrição da missão principal da trans-plantadora de mudas estão apresentadas no Apêndice B deste trabalho. Os documentos D3, D4 e D8, em conjunto com a ferramenta F4, sugeridos pela metodologia para auxiliar na execução da tarefa 2.1.4, serviram de base para desenvolver o item 4.3 que engloba a realização da tarefa 2.1.4, concluindo-se assim a etapa 2.1.

Para realizar a etapa 2.2 sugerida pelo fluxograma da Figura 4.1, primeiramente foi realizada a tarefa 2.2.1, que consiste em identificar se as funções são iguais, parcialmente iguais, semanticamente iguais e diferentes, sistematização essa feita e apresentada no item 4.4 deste capítulo, com auxílio das informações contidas no Apêndice D.

Na realização da tarefa 2.2.2, apresentada no item 4.5, foram usadas as informações dos Apêndices C e D.

A classificação dos módulos referente à tarefa 2.2.3 foi feita conforme as orientações da Figura D3 “recomendações para o auxílio da classificação dos módulos funcionais” apresentada no Apêndice D, e seu resultado aparece na 3ª coluna da Tabela 4.6 do item 4.5.

Os critérios de interfaceamento referentes à tarefa 2.2.4 da etapa 2.2 são apresentados no Apêndice E, na Tabela E-1 deste trabalho, que encerra a etapa 2.2 do fluxograma da Figura 4.1.

Para a realização da etapa 2.3 do fluxograma da Figura 4.1, primeiramente é feita a tarefa 2.3.1, apresentada na Tabela 4.7 do item 4.6. Em seguida as tarefas 2.3.2 e 2.3.3 são realizadas e apresentadas por intermédio

da Tabela 4.8, cujo resultado, sugerido e adotado, é apresentado na Figura 4.16, concluindo-se a etapa 2.3.

Na realização da etapa 2.4, a primeira tarefa a ser realizada é a 2.4.1 apresentada na Tabela 4.9, que também apresenta os princípios de solução que compreendem a tarefa 2.4.2; complementando a tarefa 4.10, são apresentados os desenhos ilustrativos para os princípios de solução descritos na Tabela 4.9 considerados os mais viáveis; na Tabela 4.10 também são numeradas suas colunas, o que dá um número – espécie de código – para cada princípio de solução ali ilustrado. Esse código será usado para formar as alternativas construtivas.

Pela codificação dada a cada função, ou seja, pelo número que ela recebeu na Tabela 4.10, são apresentadas/sugeridas 4 alternativas construtivas de máquinas, pela montagem dos módulos construtivos em forma de alternativas apresentadas na Tabela 4.12, acompanhados do custo estimado para cada princípio de solução construtiva dado ao módulo funcional. O somatório do custo dos módulos de cada uma das alternativas construtivas dará uma estimativa de custo para cada alternativa, o que consiste na realização da tarefa 2.4.3 e que culmina com a realização da etapa 2.4.

Para a realização da etapa 2.5 a primeira tarefa a ser realizada é a 2.5.1 que apresenta as alternativas construtivas da Tabela 4.12. As tarefas 2.5.2 e 2.5.3 foram feitas sem o uso das ferramentas e documentos sugeridos pela metodologia, por entender-se que sua aplicação ou não no trabalho não trariam nenhum benefício adicional.

Foram consideradas as melhores alternativas as 4 apresentadas na Tabela 4.12, o que consiste na realização da tarefa 2.5.4 e, por meio da Matriz de seleção da alternativa construtiva Tabela 4.13 selecionou-se a mais adequada à situação apresentada por este trabalho. Como resultado da aplicação da Tabela 4.13, teve-se a escolha da alternativa construtiva 1, a qual será trabalhada no próximo capítulo, com seu projeto detalhado. A seguir faz-se a descrição do capítulo projeto conceitual, através das diretrizes comentadas anteriormente.

4.2 ESTABELECIMENTO DAS ESTRUTURAS FUNCIONAIS

Para obter o projeto conceitual modular da máquina transplantadora de mudas, inicia-se com a identificação da função global, baseando-se no fluxo

de energia, material e sinal. Usando diagramas de blocos, expressa-se a relação existente entre as entradas e as saídas do sistema, independente da solução a ser escolhida para ele.

Partindo-se desta premissa, estabelece-se então a função global para a máquina transplantadora de mudas, apresentada na **Figura 4.2**.



Figura 4.2 - Função Global para o Transplante de Mudas

Para atender aos diferentes desejos identificados de maneira específica para as necessidades de cada um, quer-se a geração de vários produtos finais, a partir da combinação de um grupo de módulos básicos e auxiliares com módulos especiais. Portanto, para chegar a esse resultado, inicia-se estabelecendo as variantes da função global, que atendem aos desejos específicos.

Dessa forma foram estabelecidas as variantes da função global:

Variante 1: Atende aos desejos específicos de quem necessita apenas “Transplantar mudas”. A **Figura 4.3** apresenta essa variante da função global, baseando-se no fluxo de energia, material e sinal.



Figura 4.3 - Variante 1 da Função Global para o Transplante de Mudas

Variante 2: Atende aos desejos específicos de quem necessita “Transplantar mudas e incorporar adubo ao solo”. A **Figura 4.4** apresenta essa variante da função global, baseando-se no fluxo de energia, material e sinal.



Figura 4.4 - Variante 2 da Função Técnica Global para o Transplante de Mudas

Variante 3: Atende aos desejos específicos de quem necessita “Transplantar mudas e incorporar água ao solo”. A **Figura 4.5** apresenta essa variante.



Figura 4.5 - Variante 3 da Função Global para o Transplante de Mudas

Feito isso passou-se a estabelecer as estruturas funcionais alternativas de cada variante da função global e da própria função global.

4.3 ESTABELECIMENTO DAS ESTRUTURAS FUNCIONAIS ALTERNATIVAS PARA CADA VARIANTE DA FUNÇÃO GLOBAL

Para estabelecer as estruturas funcionais alternativas para cada variante da função global e para a própria função global usam-se as tabelas de arranjos de funções, que auxiliam a elaboração das estruturas funcionais e são mostradas nas Tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4, e a terminologia apresentada no **Apêndice B e C**, que auxilia a equipe de projeto a organizar de forma lógica a representação gráfica de cada alternativa de estrutura funcional de cada variante da função global e da própria função global.

O estabelecimento das estruturas funcionais alternativas para cada variante da função global do sistema modular e para a função global, apresentadas nas Figuras 4.2; 4.3; 4.4 e 4.5, compreende uma série de atividades voltadas para representar de forma gráfica as várias configurações possíveis para a solução não-física do problema de projeto.

Estas atividades são apoiadas pela lista de funções elementares, estabelecidas para o sistema modular, pela terminologia básica de apoio à sistematização de estruturas funcionais e Figuras 4.2; 4.3; 4.4 e 4.5 que tratam de cada variante da função global do sistema modular e das recomendações de auxílio à composição das estruturas funcionais apresentadas nos **Apêndices B e C**.

A legenda apresentada na Figura 4.6 tem o objetivo de associar cada função a ser realizada com determinado número, que será usado em todas as estruturas a serem desenvolvidas. Esse número que cada função recebeu, apresentado na Figura 4.6, é universal, ou seja, se o número estiver repetido nas Tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 significa que a função que se encontra com o mesmo número, por exemplo, se estiver em todas as estruturas, é a mesma função que será realizada em todas.

As Tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 de arranjo das funções trarão as seguintes informações: a primeira coluna trará o número da legenda (NL) da Figura 4.6; a segunda coluna trará um número específico referente a cada variante e a descrição da função; a terceira coluna indica se essa função está em série e com qual função; a quarta coluna indica se ela está em paralelo e com qual função.

Também foram estabelecidas algumas notações para representar a estrutura de funções da máquina transplantadora, a saber:

- linha pontilhada em preto representa a fronteira do sistema;
- as subfunções são descritas por um verbo + um substantivo;
- as entradas do sistema ficam agrupadas do lado esquerdo, e as saídas do lado direito da fronteira;
- o fluxo de energia humana é representado no sistema em verde; o fluxo de energia mecânica, em vermelho; a cor cinza representa o fluxo de informação; a linha azul representa a ordem da configuração da função na estrutura da máquina.

1	Acoplar tração	16	Cortar palha
2	Abastecer armazém (de mudas)	17	Alimentar dosador (de mudas)
3	Abastecer armazém (de adubo)	18	Romper solo
4	Abastecer armazém (de água)	19	Dosar adubo
5	Regular Subconjuntos	20	Dosar água
6	Acionar deslocamento	21	Dosar mudas
7	Armazenar adubo	22	Conter solo
8	Armazenar água	23	Conduzir adubo
9	Armazenar mudas	24	Conduzir água
10	Captar potência	25	Conduzir mudas
11	Possibilitar mobilidade	26	Posicionar mudas
12	Imprimir direção	27	Colocar solo (sobre a muda)
13	Limitar profundidade	28	Pressionar solo (sobre a muda)
14	Transmitir energia	29	Alinhar mudas
15	Unir partes		

 Linha de acoplamento ou posicionamento de uma função em relação a outra função no sistema

Figura 4.6 - Legenda das Funções

A seguir serão mostradas tabelas de arranjo das funções estabelecidas; após cada tabela virão as estruturas funcionais desenvolvidas referentes à variante.

Apresenta-se na Tabela 4.1 o arranjo das funções elementares estabelecidas para a variante 1 da função global do sistema modular. Essa variante caracteriza-se pelas necessidades daquele grupo de clientes que deseja apenas transplantar mudas.

Tabela 4.1 - Arranjo das Funções estabelecidas para a Variante 1 da Função Global do Sistema Modular

Variante 1 da função global do sistema modular: transplantar mudas			
NL	Função	Está em série com	Está em paralelo com
1	1.1 Acoplar tração	(1.2) (1.3)	
2	1.2 Abastecer reservatório (de mudas)	(1.4)	
5	1.3 Regular subconjuntos	(1.4)	
6	1.4 Acionar deslocamento	(1.5);(1.6);(1.7);(1.8);(1.9); (1.10); (1.11)	
9	1.5 Reservar mudas	(1.21)	(1.6);(1.7);(1.8);(1.9);(1.10); (1.11) (1.12);(1.13);(1.14)
10	1.6 Captar potência	(1.21)	(1.7);(1.8);(1.9);(1.10); (1.11) (1.12);(1.13);(1.14)
11	1.7 Dar mobilidade	(1.21)	(1.8);(1.9);(1.10); (1.11) (1.12);(1.13);(1.14)
12	1.8 Imprimir direção	(1.21)	(1.9);(1.10); (1.11) (1.12);(1.13);(1.14)
13	1.9 Limitar profundidade	(1.21)	(1.10); (1.11) (1.12);(1.13);(1.14)
14	1.10 Transmitir energia	(1.21)	(1.11) (1.12);(1.13);(1.14)
15	1.11 Unir partes	(1.21)	(1.12);(1.13);(1.14)
16	1.12 Cortar palha	(1.13);(1.14)	
17	1.13 Alimentar dosador de mudas	(1.15);(1.16)	(1.14);(1.5);(1.6);(1.7);(1.8);(1.9); (1.10); (1.11);(1.12)
18	1.14 Romper solo	(1.15);(1.16)	(1.13);(1.5);(1.6);(1.7);(1.8);(1.9); (1.10); (1.11);(1.12)
21	1.15 Dosar muda	(1.17);(1.18)	(1.15);(1.4);(1.5);(1.6);(1.7);(1.8); (1.9); (1.10);(1.11)
22	1.16 Conter solo	(1.17);(1.18)	(1.14);(1.4);(1.5);(1.6);(1.7);(1.8); (1.9); (1.10);(1.11)
25	1.17 Conduzir muda	(1.19);(1.20)	(1.18);(1.4);(1.5);(1.6);(1.7);(1.8); (1.9); (1.10);(1.11)
26	1.18 Posicionar muda	(1.19);(1.20)	(1.17);(1.4);(1.5);(1.6);(1.7);(1.8); (1.9); (1.10);(1.11)
27	1.19 Colocar terra sobre a muda	(1.21)	(1.20);(1.4);(1.5);(1.6);(1.7);(1.8); (1.9); (1.10);(1.11)
28	1.20 Pressionar solo	(1.21)	(19);(1.4);(1.5);(1.6);(1.7);(1.8); ; (1.9); (1.10);(1.11)
29	1.21 Muda fixada		

As Figuras 4.7 e 4.8 mostram as representações gráficas das estruturas funcionais desdobradas da representação gráfica da variante 1 mostrada na Figura 4.3.

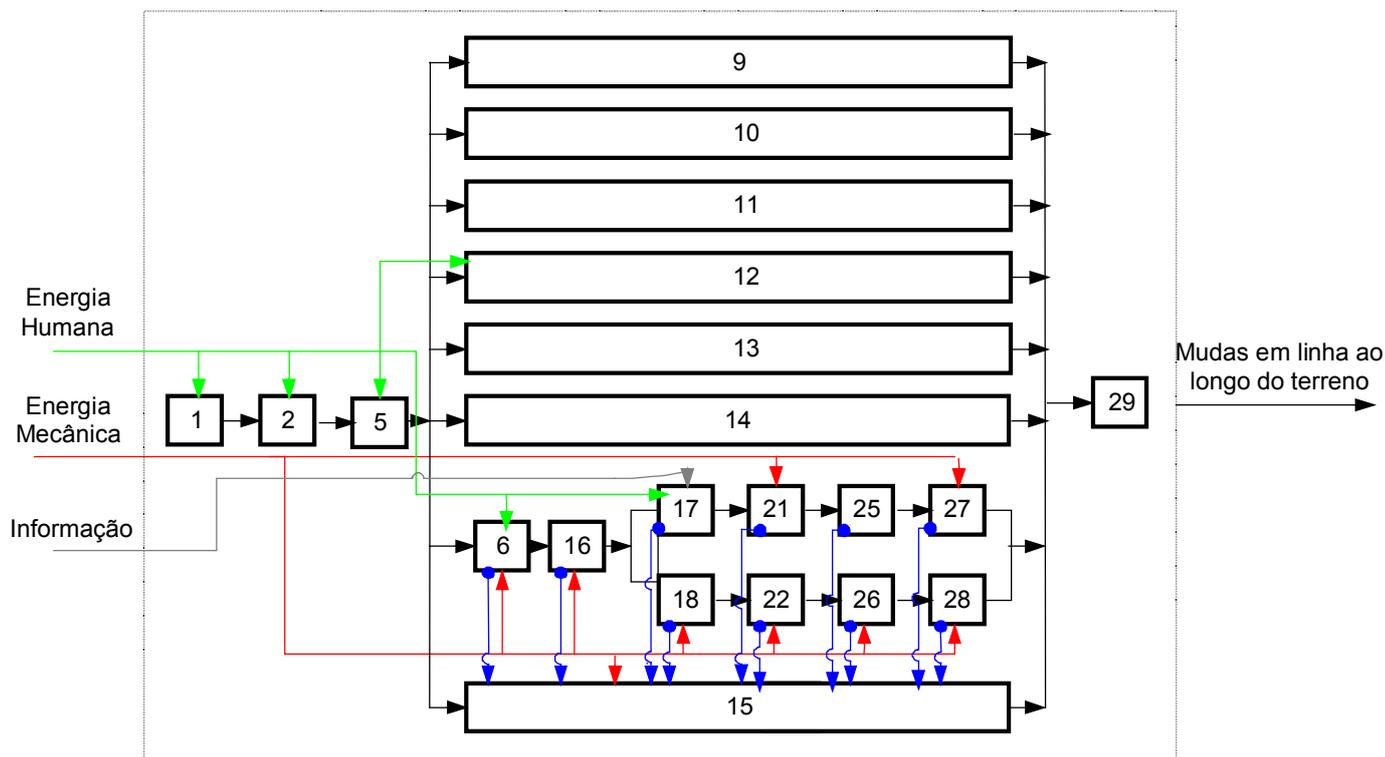


Figura 4.7 - Estrutura Funcional 1.1 da Variante 1

A principal diferença entre a estrutura funcional 1.1, apresentada na Figura 4.7, e a estrutura funcional 1.2, apresentada na Figura 4.8, é relacionada com a função *alimentar alojador de muda*, sendo que esse paralelismo na realização da função *alimentar alojador de muda* com as funções *cortar palha* e *romper solo*, mostrado na Figura 4.8, caracteriza essa estrutura como sendo aquela que dará maior tempo para o operador efetuar a alimentação do alojador de muda, diferença essa que é positiva para a estrutura funcional mostrada na Figura 4.8

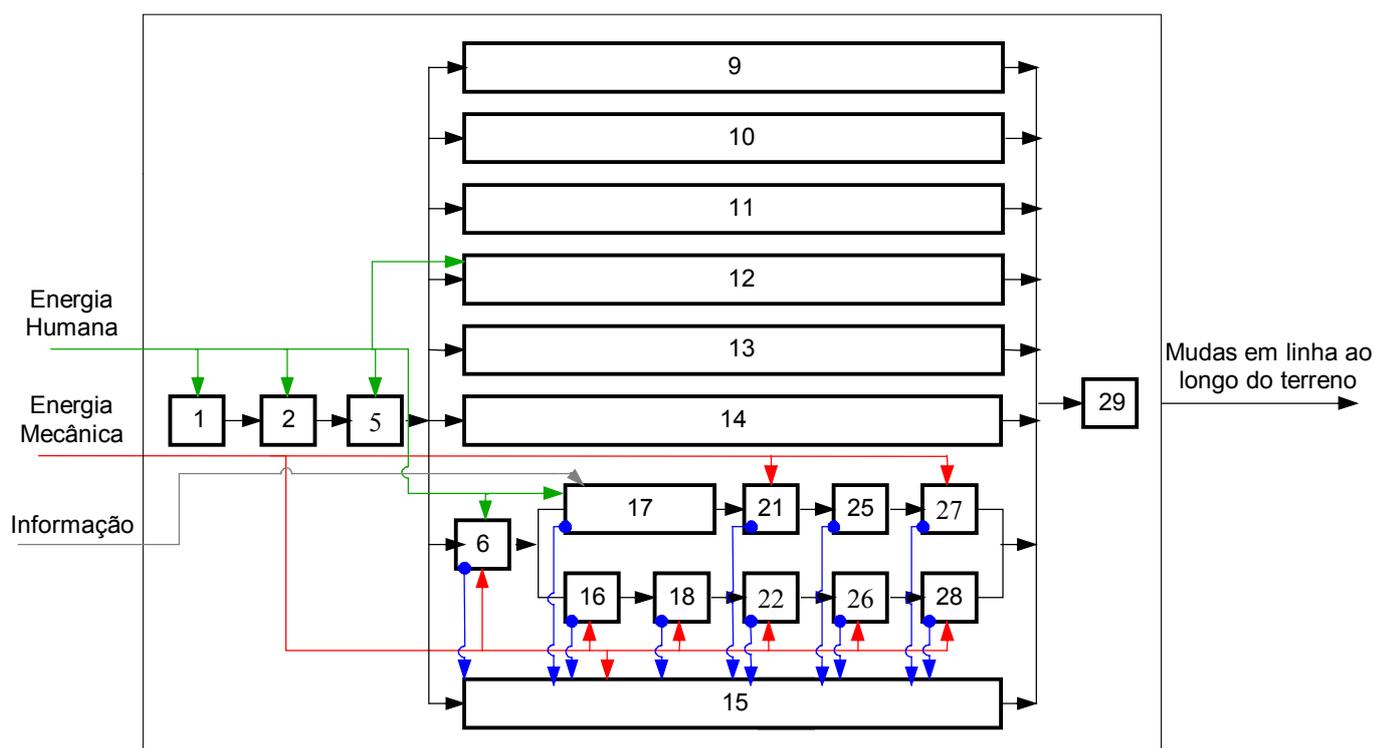


Figura 4.8 - Estrutura Funcional 1.2 da Variante 1

A Tabela 2 mostra o arranjo das funções elementares estabelecidas para a variante 2 da função global do sistema modular. Essa variante caracteriza-se por transplantar e adubar a muda.

Tabela 4.2 - Arranjo das Funções Elementares estabelecidas para a Variante 2 da Função Global do Sistema Modular

Variante 2 da função global do sistema modular: transplantar mudas e incorporar adubo			
NL	A função	Está em série	Está em paralelo com
1	2.1 Acoplar tração	(2.2);(2.3);	
2	2.2 Abastecer reservatório (de muda)	(2.4)	(2.3)
3	2.3 Abastecer reservatório (de adubo)	(2.4)	(2.2)
5	2.4 Regular subconjunto	(2.5)	
6	2.5 Acionar deslocamento	(2.6);(2.7);(2.8);(2.9);(2.10); (2.11);(2.12);(2.13);(2.14)	
7	2.6 Reservar adubo	(2.25)	(2.7);(2.8);(2.9);(2.10);(2.11); (2.12);(2.13);(2.14);(2.15);(2.16)
9	2.7 Reservar muda	(2.25)	(2.7);(2.9);(2.10);(2.11);(2.12); (2.13);(2.14);(2.15);(2.16)
10	2.8 Captar potência	(2.25)	(2.9);(2.10);(2.11);(2.12);(2.13); (2.14);(2.15);(2.16)

Continuação

11	2.9 Dar mobilidade	(2.25)	(2.10);(2.11); (2.12) (2.13);(2.14);(2.15);(2.16)
12	2.10 Imprimir direção	(2.25)	(2.11); (2.12) (2.13);(2.14);(2.15);(2.16)
13	2.11 Limitar profundidade	(2.25)	(2.12);(2.13);(2.14);(2.15); (2.16)
14	2.12 Transmitir energia	(2.25)	(2.13);(2.14);(2.15);(2.16); (2.17)
15	2.13 Unir partes	(2.25)	(2.14);(2.15);(2.16);(2.17)
16	2.14 Cortar palha	(2.15);(2.16)	
17	2.15 Alimentar dosador de mudas	(2.18);(2.19);(2.20)	(2.16);(2.17)
18	2.16 Romper solo	(2.18);(2.19);(2.20)	(2.15);(2.17)
19	2.17 Dosar adubo	(2.18);(2.19);(2.20)	(2.15);(2.16)
21	2.18 Dosar muda	(2.21);(2.22)	(2.19);(2.20);(2.6);(2.7);(2.8);(2.9) (2.10);(2.11); (2.12);(2.13)
22	2.19 Conter solo	(2.21);(2.22)	(2.18);(2.20);(2.6);(2.7);(2.8);(2.9) (2.10);(2.11); (2.12);(2.13)
23	2.20 Conduzir adubo	(2.21);(2.22)	(2.18);(2.19);(2.6);(2.7);(2.8);(2.9) (2.10);(2.11); (2.12);(2.13)
25	2.21 Conduzir mudas	(3.23);(3.24)	(2.22);(2.6);(2.7);(2.8);(2.9) (2.10);(2.11); (2.12);(2.13)
26	2.22 Posicionar muda	(2.23);(2.24)	(2.20);(2.6);(2.7);(2.8);(2.9) (2.10);(2.11); (2.12);(2.13)
27	2.23 Colocar terra sobre a muda	(2.25)	(2.24);(2.6);(2.7);(2.8);(2.9) (2.10);(2.11); (2.12);(2.13)
28	2.24 Pressionar solo	(2.25)	(2.23);(2.6);(2.7);(2.8);(2.9) (2.10);(2.11); (2.12);(2.13)
29	2.25 Muda fixada		

A principal diferença entre a estrutura funcional 1.1 da variante 2, mostrada na Figura 4.9, e a estrutura funcional 1.2, da variante 2, mostrada na Figura 4.10, é a configuração dos módulos de reservatório de adubo e mudas, de forma que dois operadores possam abastecê-los em paralelo. Como a máquina é acoplada ao microtrator, a necessidade das duas pessoas no local trabalhando em paralelo diminui o tempo de realização dessas atividades. Nesse caso, o paralelismo torna-se fator positivo para a estrutura funcional 1.1 da variante 2.

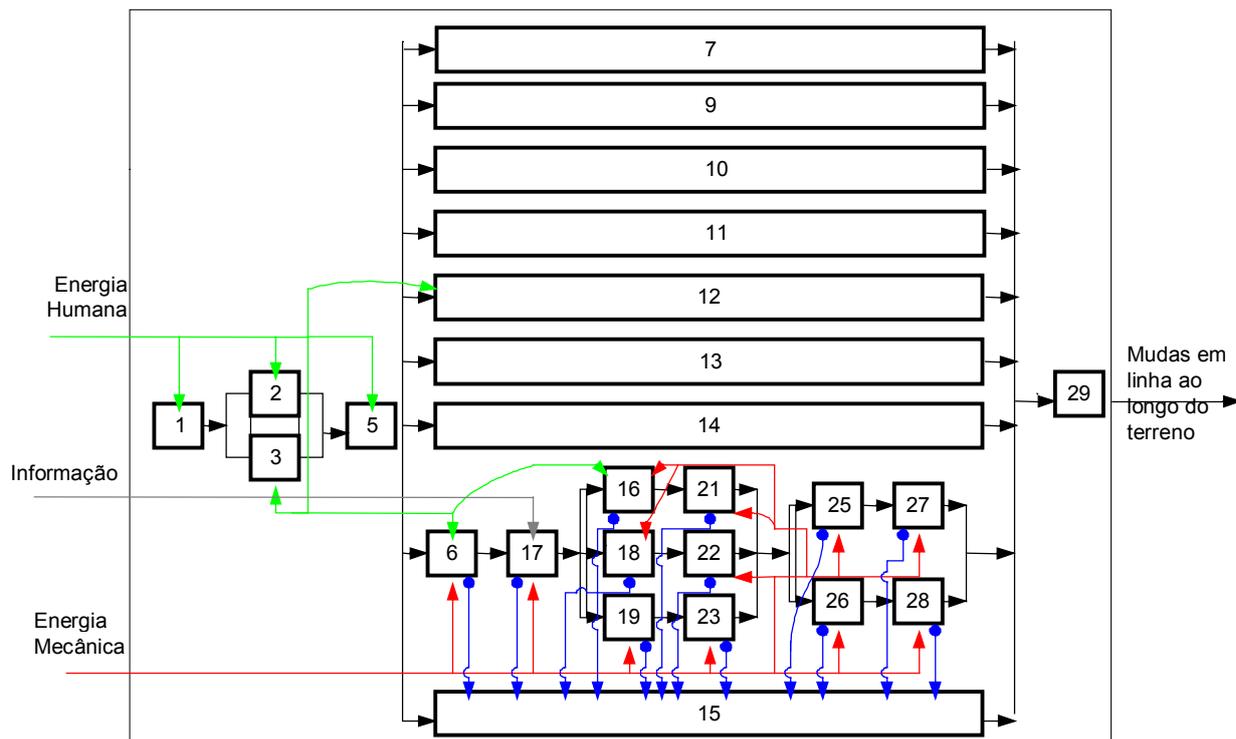


Figura 4.9 - Estrutura Funcional 1.1 da Variante 2

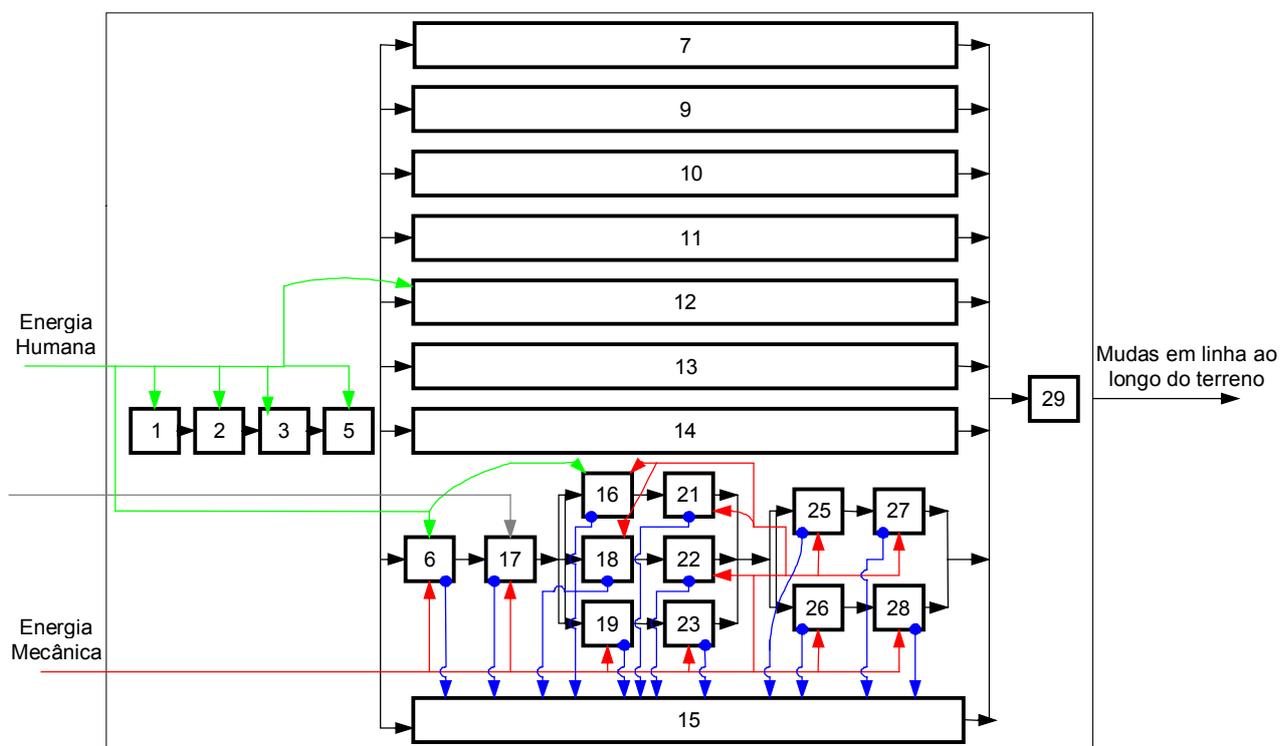


Figura 4.10 - Estrutura Funcional 1.2 da Variante 2

A Tabela 4.3 mostra o arranjo das funções elementares estabelecidas

para a variante 3 da função global do sistema modular, que resume os desejos daquele grupo de clientes que pretende transplantar e irrigar a muda.

Tabela 4.3 - Arranjo das Funções Elementares estabelecidas para a Variante 3 da Função Global do Sistema Modular

Variante 3 da função global do sistema modular: transplantar mudas e incorporar água				
NL	A função		Está em série	Está em paralelo com
1	3.1	Acoplar tração	(3.2);(3.3);(3.4)	
2	3.2	Abastecer reservatório (de muda)	(3.5)	(3.3);(3.4)
4	3.3	Abastecer reservatório (de água)	(3.5)	(3.2);(3.4)
5	3.4	Regular subconjunto	(3.5)	(3.2);(3.3)
6	3.5	Acionar deslocamento	(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);(3.13);(3.14)	
8	3.6	Reservar água	(3.25)	(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);(3.13);(3.14);(3.15);(3.16)
9	3.7	Reservar muda	(3.25)	(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);(3.13);(3.14);(3.15);(3.16)
10	3.8	Captar potência	(3.25)	(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);(3.13);(3.14);(3.15);(3.16)
11	3.9	Dar mobilidade	(3.25)	(3.10);(3.11);(3.12);(3.13);(3.14);(3.15);(3.16)
12	3.10	Imprimir direção	(3.25)	(3.11);(3.12);(3.13);(3.14);(3.15);(3.16)
13	3.11	Limitar profundidade	(3.25)	(3.12);(3.13);(3.14);(3.15);(3.16)
14	3.12	Transmitir energia	(3.25)	(3.13);(3.14);(3.15);(3.16)
15	3.13	Unir partes	3.25	(3.14);(3.15);(3.16)
16	3.14	Cortar palha	(3.15);(3.16)	
17	3.15	Alimentar dosador de mudas	(3.17);(3.18);(3.19)	(3.16)
18	3.16	Romper solo	(3.17);(3.18);(3.19)	(3.17)
21	3.17	Dosar muda	(3.20);(3.21);(3.22)	(3.18);(3.19);(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);
20	3.18	Dosar água	(3.20);(3.21);(3.22)	(3.17);(3.19);(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);
22	3.19	Conter solo	(3.20);(3.21);(3.22)	(3.17);(3.18);(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);
24	3.20	Conduzir água	(3.23);(3.24)	(3.21);(3.22);(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);
25	3.21	Conduzir mudas	(3.23);(3.24)	(3.20);(3.22);(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);
26	3.22	Posicionar muda	(3.23);(3.24)	(3.20);(3.21);(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);
27	3.23	Colocar terra sobre a muda	(3.25)	(3.24);(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);
28	3.24	Pressionar solo	(3.25)	(3.23);(3.6);(3.7);(3.8);(3.9);(3.10);(3.11);(3.12);
29	3.25	Muda fixada		

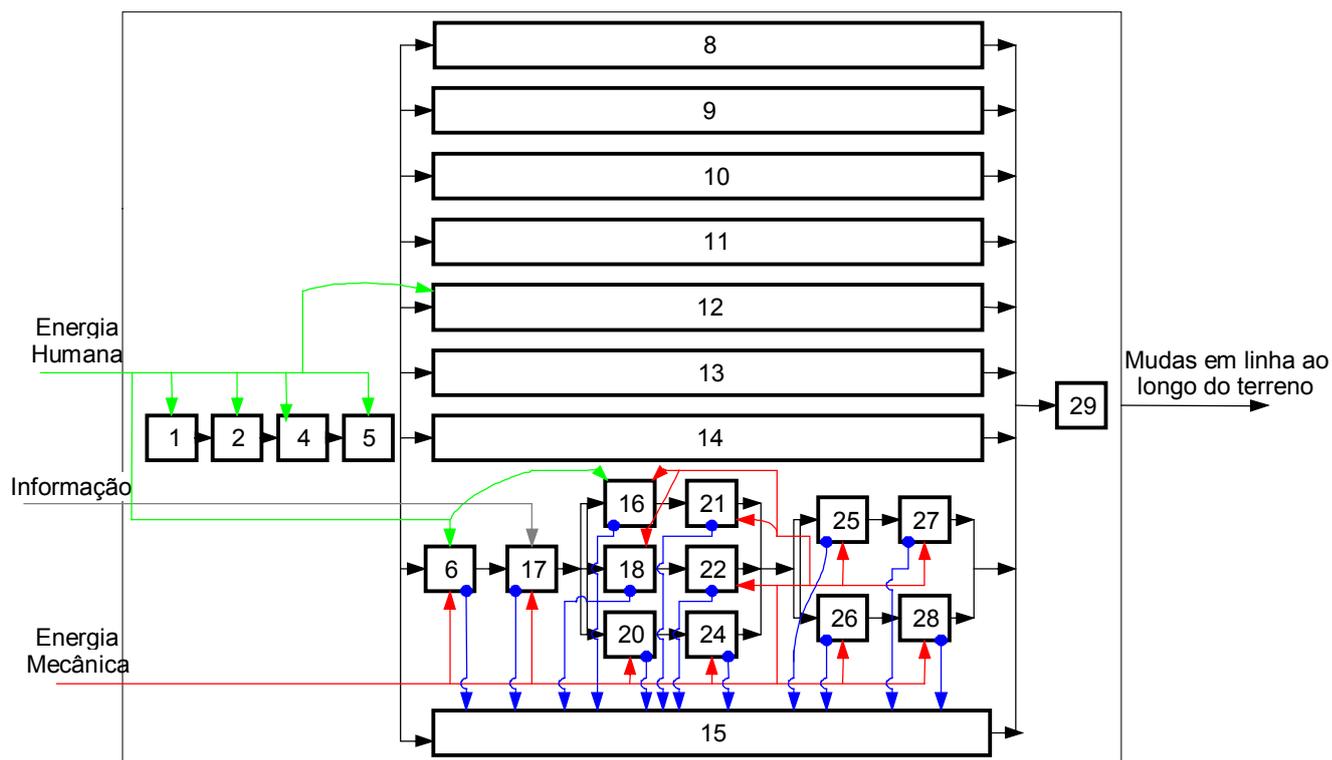


Figura 4.11 - Estrutura Funcional 1.1 da Variante 3

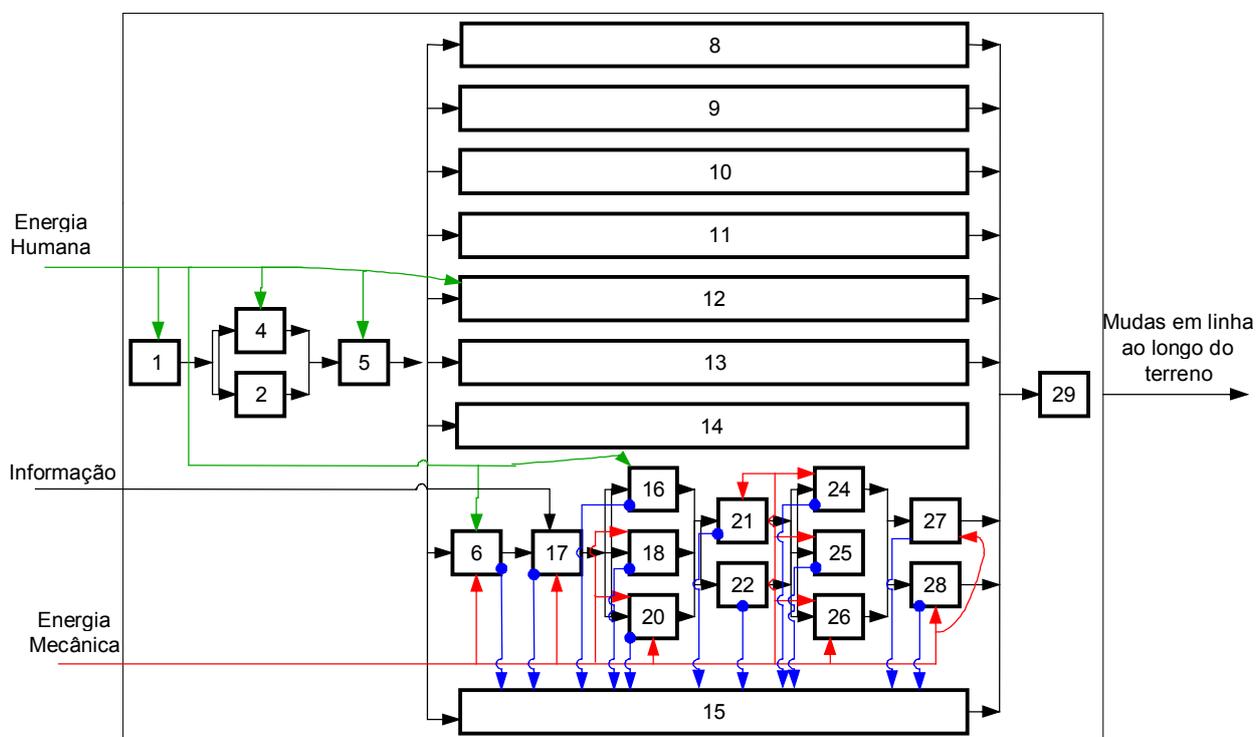


Figura 4.12 - Estrutura Funcional 1.2 da Variante 3

A principal diferença entre a estrutura funcional 1.1 da variante 3 e a estrutura funcional 1.2 da variante 3 se relaciona com as funções *conduzir água* e *conduzir muda até o solo* realizada em paralelo na estrutura funcional 1.2. Ou seja, quando a muda estiver entrando em contato com o solo, a água vai chegando com ela, contribuindo para o seu desenvolvimento. Outra diferença clara que há entre as estruturas funcionais está no abastecimento dos reservatórios, que também conta pontos para a estrutura funcional 1.2.

A Tabela 4.4 mostra o arranjo das funções elementares estabelecidas para a função global do sistema modular, que resume os desejos daquele grupo de clientes que pretende transplantar, adubar e irrigar a muda.

Tabela 4.4 - Arranjo das Funções Elementares estabelecidas para a Função Global do Sistema Modular

Função global do sistema modular: transplantar mudas e incorporar adubo e água			
NL	A função	Está em série	Está em paralelo com
1	4.1 Acoplar tração	(4.2);(4.3);(4.4);(4.5)	
2	4.2 Abastecer reservatório (de muda)	(4.6)	(4.3);(4.4);(4.5)
3	4.3 Abastecer reservatório (de adubo)	(4.6)	(4.2);(4.4);(4.5)
4	4.4 Abastecer reservatório (de água)	(4.6)	(4.2);(4.3);(4.5)
5	4.5 Regular subconjunto	(4.6)	(4.2);(4.3);(4.4)
6	4.6 Acionar deslocamento	(4.10);(4.11);(4.12); (4.13);(4.14);(4.15); (4.16);(4.17)	(4.7);(4.8);(4.9)
7	4.7 Reservar adubo	(4.29)	
8	4.8 Reservar água	(4.29)	(4.9);(4.10);(4.11);(4.12); (4.13);(4.14);(4.15);(4.16); (4.17);(4.18)
9	4.9 Reservar muda	(4.29)	(4.10);(4.11);(4.12);(4.13); (4.14);(4.15);(4.16);(4.17); (4.18)
10	4.10 Captar potência	(4.29)	(4.11);(4.12);(4.13);(4.14); (4.15);(4.16);(4.17);(4.18)
11	4.11 Dar mobilidade	(4.29)	(4.12);(4.13);(4.14);(4.15); (4.16);(4.17);(4.18)
12	4.12 Imprimir direção	(4.29)	(4.13);(4.14);(4.15);(4.16); (4.17);(4.18)
13	4.13 Limitar profundidade	(4.29)	(4.14);(4.15);(4.16);(4.17); (4.18)
14	4.14 Transmitir energia	(4.29)	(4.15);(4.16);(4.17);(4.18)
15	4.15 Unir partes	(4.29)	(4.16);(4.17);(4.18)
16	4.16 Cortar palha	(4.17);(4.18)	
17	4.17 Alimentar dosador de mudas	(4.20);(4.21);(4.22); (4.23)	(4.18);(4.19)

Continuação

18	4.18	Romper solo	(4.20);(4.21);(4.22); (4.23)	(4.17);(4.19)
19	4.19	Dosar adubo	(4.20);(4.21);(4.22); (4.23)	(4.17);(4.18)
21	4.20	Dosar muda	(4.25)	(4.21);(4.22);(4.23);(4.7); (4.8);(4.9);(4.10);(4.11); (4.12);(4.13);(4.14);(4.15);
20	4.21	Dosar água	(4.24)	(4.20);(4.22);(4.23);(4.7); (4.8);(4.9);(4.10);(4.11); (4.12);(4.13);(4.14);(4.15);
22	4.22	Conter solo	(4.24);(4.25);(4.26)	(4.20);(4.21);(4.23);(4.7);(4.8); (4.9);(4.10);(4.11);(4.12);(4.13); (4.14);(4.15);
23	4.23	Conduzir adubo	(4.24);(4.25);(4.26)	(4.20);(4.21);(4.22);(4.7);(4.8); (4.9);(4.10);(4.11);(4.12);(4.13); (4.14);(4.15);
24	4.24	Conduzir água	(4.27);(4.8)	(4.25);(4.26);(4.7);(4.8);(4.9); (4.10);(4.11);(4.12);(4.13);(4.14); (4.15);
25	4.25	Conduzir mudas	(4.27);(4.8)	(4.24);(4.26);(4.7);(4.8);(4.9);(4.10); (4.11);(4.12);(4.13);(4.14); (4.15);
26	4.26	Posicionar muda	(4.27);(4.8)	(4.24);(4.25);(4.7);(4.8);(4.9);(4.10); (4.11);(4.12);(4.13);(4.14); (4.15);
27	4.27	Colocar terra sobre a muda	(4.29)	(4.28);(4.7);(4.8);(4.9);(4.10); (4.11);(4.12);(4.13);(4.14);(4.15);
28	4.28	Pressionar solo	(4.29)	(4.28);(4.7);(4.8);(4.9);(4.10); (4.11);(4.12);(4.13);(4.14);(4.15);
29	4.29	Muda fixada		

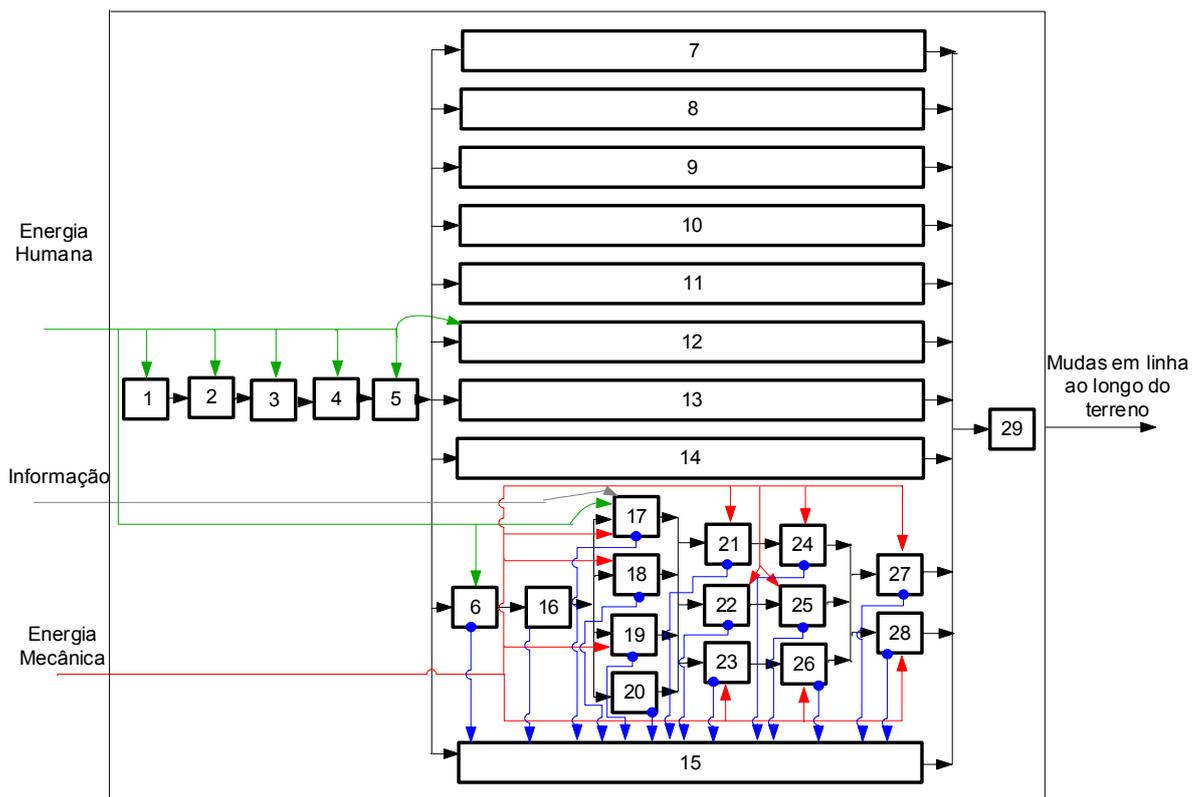


Figura 4.13 - Estrutura Funcional 1.1 da Função Global

As estruturas funcionais 1.1 e 1.3 da função global se diferenciam da estrutura funcional 1.2 negativamente por não possibilitar o abastecimento dos reservatórios em paralelo. Já o fato de poderem os reservatórios ser abastecidos em paralelo na alternativa de estrutura 1.2 transforma-se em desvantagem, pois 3 pessoas dificilmente estarão disponíveis na lavoura para tal atividade; mas 2 pessoas já são necessidades do sistema.

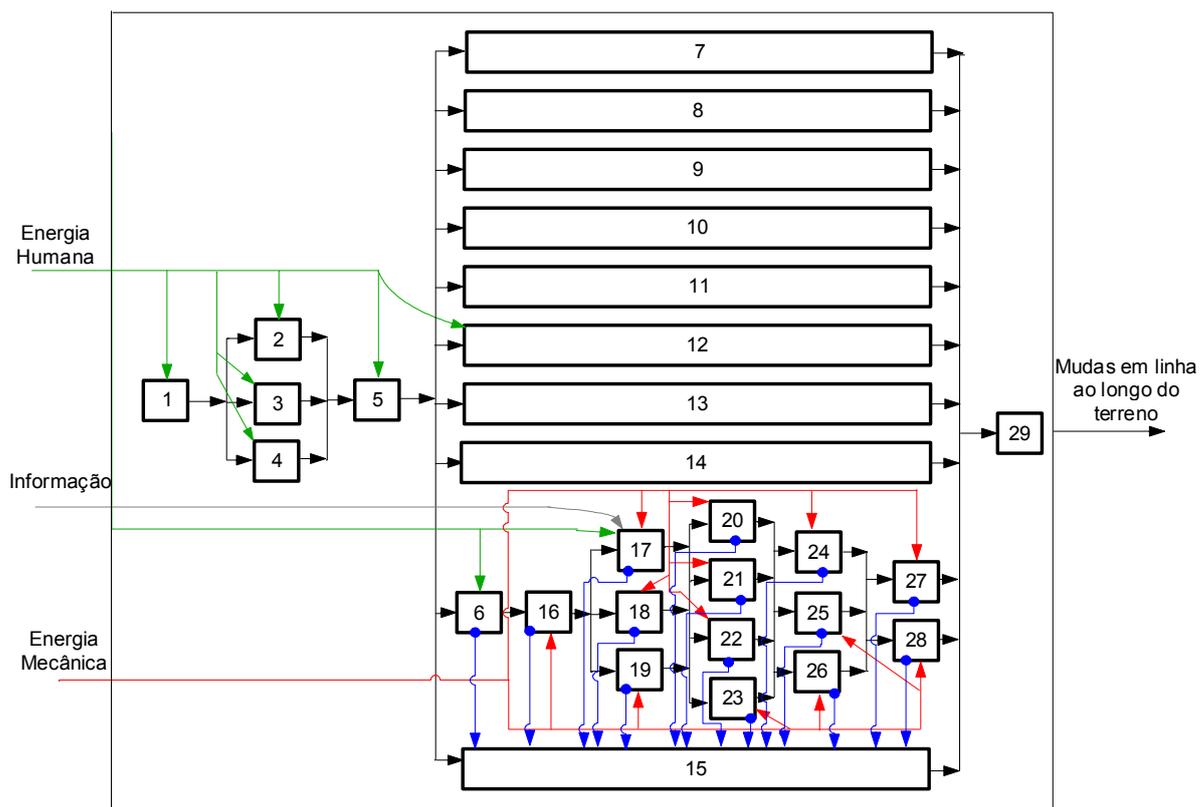


Figura 4.14 - Estrutura Funcional 1.2 da Função Global

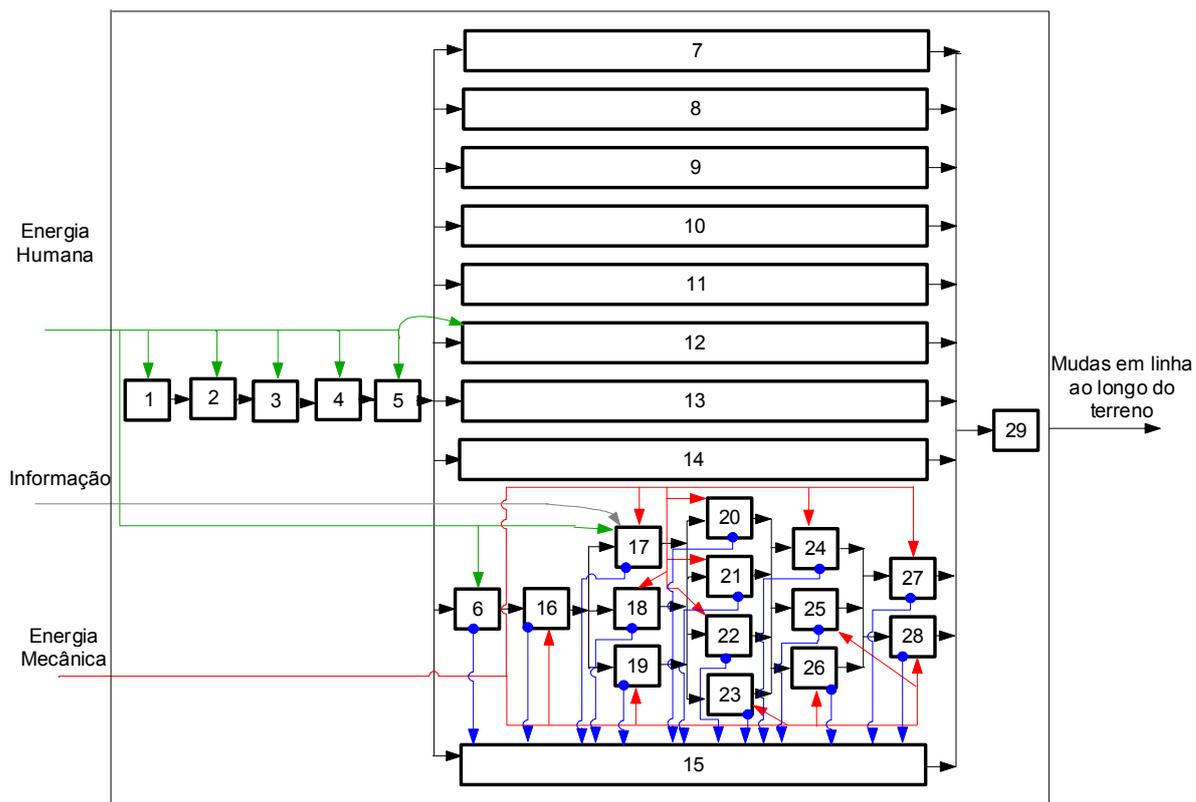


Figura 4.15 - Estrutura Funcional 1.3 da Função Global

Para compreender o problema, facilitando a busca de princípios de soluções para o problema de projeto, a função global e suas variantes são decompostas em estruturas de funções elementares.

As estruturas de funções elementares são estruturas detalhadas, até um ponto em que se acredita ter obtido o entendimento considerado satisfatório. Esse entendimento é considerado atingido quando se obtém um princípio de solução conhecido para executar a função, ou se presume que para essa função já é possível se desenvolver um princípio de solução considerado viável.

Desta forma, a função global *transplantar mudas e incorporar adubo e água* ao solo preparado para o plantio direto e suas variantes *transplantar mudas*; *transplantar mudas e incorporar adubo*; *transplantar mudas e incorporar água* são decompostas até atingir o seu entendimento e representadas de forma gráfica nas Figuras 4.7; 4.8; 4.9; 4.10; 4.11; 4.12 4.13; 4.14 e, 4.15.

4.4 CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES CONTIDAS NAS VARIANTES E NA FUNÇÃO GLOBAL DA MÁQUINA TRANSPLANTADORA

Para identificar se as funções são iguais, parcialmente iguais, semanticamente iguais e diferentes em cada uma das alternativas de estrutura funcionais da cada variante da função global e para a função global, o Apêndice **D** traz as recomendações para classificar os módulos funcionais, mostrados na Figura D.1. Na Tabela 4.5 são mostradas as funções definidas nas alternativas de estruturas funcionais, os códigos de cada variante da função global do sistema modular, a situação dessas funções nas variantes da função global e alguns comentários.

Tabela 4.5 - Classificação das Funções em: Iguais, Parcialmente Iguais, Semanticamente Iguais e/ou Diferentes

Lista de funções estabelecidas nas alternativas de estruturas funcionais	Código das funções em cada variante da função global do sistema modular				Situação das funções analisadas entre as estruturas funcionais que compõem o sistema modular				Observação
	V1	V2	V3	FG	Iguais	Parc. iguais	Semant. iguais	Difer.	
Abastecer reservatório de mudas	1.2	2.2	3.2	4.2	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.2
Abastecer reservatório de água			3.3	4.4				X	As variantes são diferentes, mas para as variantes em que a função aparece, o código adotado é o da primeira variante que é FE3.1
Abastecer reservatório de adubo		2.3		4.3				X	As variantes são diferentes, mas para as variantes em que a função aparece, o código adotado é o da primeira variante que é FE3.1
Acionar deslocamento	1.4	2.5	3.5	4.6	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.4
Acoplar tração	1.1	2.1	3.1	4.1	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.1
Alimentar dosador de mudas	1.13	2.15	3.15	4.17	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.13
Armazenar adubo		2.6		4.7				X	As variantes são diferentes, mas para as variantes em que a função aparece, o código adotado é o da primeira variante, que é FE3.1
Armazenar água			3.6	4.8				X	As variantes são diferentes, mas para as variantes em que a função aparece, o código adotado é o da primeira variante, que é FE3.1
Armazenar muda	1.4	2.5	3.5	4.9	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.4
Captar potência	1.5	2.7	3.7	4.10	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.5
Colocar terra sobre a muda	1.19	2.23	3.23	4.27	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.19

Continuação

Conduzir adubo		2.20		4.23				X	As variantes são diferentes, mas para as variantes em que a função aparece, o código adotado é o da primeira variante, que é FE3.1
Conduzir água			3.20	4.24				X	As variantes são diferentes, mas para as variantes em que a função aparece, o código adotado é o da primeira variante, que é FE3.1
Conduzir mudas	1.17	2.21	3.21	4.25	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.17
Conter solo	1.16	2.19	3.19	4.22	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.16
Cortar palha	1.12	2.14	3.14	4.16	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.12
Dar mobilidade	1.7	2.9	3.9	4.11	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.7
Dosar adubo		2.17		4.19				X	As variantes são diferentes, mas para as variantes em que a função aparece, o código adotado é o da primeira variante, que é FE3.1
Dosar água			3.18	4.21				X	As variantes são diferentes, mas para as variantes em que a função aparece, o código adotado é o da primeira variante, que é FE3.1
Dosar muda	1.15	2.18	3.17	4.20	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.15
Imprimir direção	1.8	2.10	3.10	4.12	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.8
Limitar profundidade	1.9	2.11	3.11	4.13	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.9
Muda Fixada	1.21	2.25	3.25	4.29	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.21
Posicionar muda	1.18	2.22	3.22	4.26	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.18
Pressionar solo	1.20	2.24	3.24	4.28	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.20
Regular subconjunto	1.3	2.4	3.4	4.5	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.3
Romper solo	1.14	2.16	3.16	4.18	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.14
Transmitir energia	1.10	2.12	3.12	4.14	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.10
Unir partes	1.11	2.13	3.13	4.15	X				Unificar os códigos das funções chamando-as de FE1.11

4.5 ESTABELECIMENTO DOS MÓDULOS FUNCIONAIS QUE VÃO COMPOR AS ALTERNATIVAS DE ESTRUTURAS DAS VARIANTES E DA FUNÇÃO GLOBAL

Para se estabelecer os módulos funcionais que vão compor as alternativas de estruturas funcionais das variantes e da função global, serão seguidas as orientações metodológicas desenvolvidas por Maribondo (2000) (ver Apêndice C).

Os Módulos Funcionais foram obtidos através do agrupamento de FE, num processo de análise segundo as recomendações apresentadas na Figura D.3 do Apêndice D.

A obtenção dos Módulos Funcionais – MF dá ao projeto um referencial, pois além das especificações de projeto, a configuração dos módulos determina as características do produto.

Segundo a metodologia, a regra de classificação dos módulos funcionais é que os módulos presentes em todas as máquinas são denominados básicos (B) ou auxiliares (Au); os que estão presentes somente em um tipo de máquina são denominados especiais (E) ou adaptativos (Ad). Para tanto, usa-se a regra para classificar os módulos funcionais do sistema modular apresentado na Regra D.1 do Apêndice D.

Assim, os módulos funcionais gerados classificam-se nos termos da Tabela 4.6 que apresenta a classificação dos módulos, o seu código funcional, as funções elementares ou grupo de funções que o compõem, o código da função e uma breve justificativa.

Tabela 4.6 - Estabelecimento dos Módulos Funcionais que compõem o Sistema Modular (Transplantar Mudas)

Denominação do módulo funcional	Classificação do módulo funcional	Código de identificação do módulo funcional	Função ou grupos de funções que o compõem	Código das funções que compõem os módulos	Justificativas para o módulo
Corte da palhada	Especial	E 1	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar palha • Regular subconjunto 	1.12 1.3	Implementar solução variante
Adubar	Especial	E 2	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecer reservatório • Reservar adubo • Dosar adubo • Conduzir adubo • Regular subconjunto 	2.3 2.6 2.17 2.20 1.3	Implementar solução variante

Continuação

Reservatório de água	Especial	E 3	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecer reservatório • Reservar água 	3.3 3.6	Implementar solução variante
Irrigador	Especial	E 4	<ul style="list-style-type: none"> • Dosar água • Conduzir água • Regular subconjunto 	3.18 3.20 1.3	Implementar solução variante
Transplan-tador	Básico	B 1	<ul style="list-style-type: none"> • Dosar muda • Conduzir mudas • Posicionar muda • Regular subconjunto 	1.15 1.17 1.18 1.3	Implementar solução básica
Abrir sulco	Auxiliar	Au 1	<ul style="list-style-type: none"> • Romper solo • Conter solo 	1.14 1.16	Auxiliar na implementação da solução básica
Reservatório de muda	Auxiliar	Au 2	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecer reservatório • Reservar muda 	1.2 1.5	Auxiliar na implementação da solução básica
Alimentar dosador de muda	Auxiliar	Au 3	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentar dosador muda 	1.13	Auxiliar na implementação da solução básica
Fixar muda	Auxiliar	Au 4	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar terra sobre a muda • Pressionar solo • Limitar profundidade • Regular subconjunto 	1.19 1.20 1.9 1.3	Auxiliar na implementação da solução básica
Captar potência	Auxiliar	Au 5	<ul style="list-style-type: none"> • Captar potência • Transmitir energia • Regular subconjunto 	1.6 1.10 1.3	Auxiliar na implementação da solução básica
Dar partida	Auxiliar	Au 6	<ul style="list-style-type: none"> • Acionar deslocamento • Dar mobilidade 	1.4 1.7	Auxiliar na implementação da solução básica
Imprimir direção	Auxiliar	Au 7	<ul style="list-style-type: none"> • Imprimir direção 	1.8	Auxiliar na implementação da solução básica
Dar forma	Auxiliar	Au 8	<ul style="list-style-type: none"> • Unir partes 	1.11	Auxiliar na implementação da solução básica
Acoplar tração	Auxiliar	Au 9	<ul style="list-style-type: none"> • Acoplar tração 	1.1	Auxiliar na implementação da solução básica

4.6 SELEÇÃO DA ESTRUTURA FUNCIONAL QUE MELHOR ATENDE AO PROBLEMA DE PROJETO

Para escolher a melhor estrutura funcional, ou seja, aquela que melhor atende as necessidades dos clientes, ou grupo de clientes identificados por regiões, culturas cultivadas, sistema da plantio direto/convencional, entre outras formas de identificação de potenciais grupos de clientes, usa-se uma matriz destinada, num primeiro momento, a selecionar a função global ou uma variante. Em outras palavras, a que melhor satisfizer as necessidades dos clientes que se pretende atender com o projeto. Num segundo momento, usa-se novamente essa matriz com o intuito de selecionar, dentro da função global ou da variante escolhida, a alternativa de estrutura funcional mais adequada à solução do problema de projeto. Maiores informações sobre tal matriz podem ser encontradas na Figura 4.1 e no Apêndice E.

Portanto, num primeiro momento seleciona-se a variante da função global ou a própria função global, aquela que for mais adequada ao grupo de clientes que se pretende atender com o projeto. Com o auxílio da Tabela 4.7 procedeu-se a seleção.

Inicialmente foi analisada a lista de necessidades que fazem parte dos “O-QUÊS” visando identificar, entre elas, uma ou mais necessidades que fossem determinantes na escolha da variante da função global ou a própria função, a que for mais adequada a este grupo de clientes/necessidades.

Neste caso, selecionaram-se apenas nove necessidades, consideradas as mais determinantes.

Tabela 4.7 - Matriz de Seleção da Alternativa de Estrutura Funcional para a Variante Geral

Necessidades determinantes para a escolha da variante da função global	Peso da necessidade no projeto	Alternativas de estrutura funcional para a máquina transplantadora de mudas			
		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Função Global
Ser fácil de operar o conjunto	6	⊙	⊙	⊙	⊙
Dosar muda adequadamente	9	●	●	●	●
Posicionar a muda verticalmente	6	●	●	●	●
Ter baixo consumo de potência	7	●	●	●	⊙
Permitir tempo adequado para alimentar dosador	9	●	●	●	●

Continuação

Permitir operação segura	9	●	●	●	●
Apresentar baixo preço de compra	10	●	○	○	
Apresentar materiais de baixo custo	10	⊙	⊙	⊙	⊙
Utilizar componentes padronizados	5	⊙	⊙	⊙	⊙
Somatório da coluna		313	273	273	263
Classificação obtida		1	2	2	3

Fonte: Maribondo, 2000.

Onde o somatório das colunas leva-se em consideração o peso dos “O-QUÊS” e o grau do relacionamento entre o i-ésimo “O-QUÊ” e a j-ésima variante ou estrutura funcional alternativa da função global.

A **equação 4.1** fornece maiores informações sobre tal cálculo.

$$\text{Somatório – das – colunas}_j = \sum_{i=1}^m (vc_i \times grv_{i,j}) / nl \quad (4.1)$$

Onde:

j = Número de colunas da matriz, com j = 1, 2, ...;

i = Número de linhas da matriz, com i = 1, 2, ...;

n e m = números inteiros positivos diferentes de zero;

vc_i = Valoração do cliente da i-ésima linha

grv_{i,j} = Grau do relacionamento entre o i-ésimo requisito dos clientes e a j-ésima variante da função global;

nl = Número de linhas da matriz de identificação da variante.

● ⇒ desempenho excelente ⇒ 5

⊙ ⇒ desempenho satisfatório ⇒ 3

○ ⇒ desempenho fraco ⇒ 1

⇒ (Branco) Não atende (valor 0).

$$\text{Somatório – das – colunas}_j = \sum_{i=1}^m (vc_i \times gr_{i,j}) / nl$$

Como pode ser observado, após computados os resultados, a variante 1 é a que obteve o maior escore, sendo identificada como a alternativa que melhor atende as necessidades desse grupo de consumidores.

Para esse grupo de clientes, dos quais foram identificadas as principais necessidades, notou-se que sua característica principal era apenas transplantar mudas, e uma das principais necessidades era “apresentar baixo preço de compra”.

Não apresenta a necessidade de *transplantar e adubar* ou *transplantar e irrigar* ou até mesmo de *transplantar adubar e irrigar* ao mesmo tempo, que era o que tornava as outras alternativas inviáveis para esse grupo de clientes. Por características intrínsecas às culturas a serem transplantadas e ou por preferências ou estratégias de produção do agricultor, a mesma cultura pode ser transplantada em diferentes períodos do ano, e portanto em alguns períodos as chuvas são mais intensas e em outros não, e isso é que vai determinar se necessita de irrigação no transplante ou não. A grande vantagem de o produto ser modular é que se, por exemplo, o agricultor está fazendo o transplante na época das chuvas, mas por estratégia para conseguir melhores preços ele passar a fazer o transplante na época de chuvas escassas, ele vai precisar do módulo para efetuar a irrigação das mudas. Se a máquina for modular, permitirá acrescentar esse módulo evitando novas compras ou adaptações.

Para a variante 1 estão configuradas 2 alternativas de estrutura funcional. Para se obter a estrutura funcional mais adequada às necessidades desse grupo de clientes, usa-se a Tabela 4.8 para escolher a estrutura mais adequada ao projeto em questão.

Tabela 4.8 - Matriz de Seleção da Alternativa de Estrutura Funcional para a Variante 1

Necessidades determinantes à escolha da variante da função global	Peso da necessidade no projeto	Alternativas de estrutura funcional para a máquina transplantadora de mudas	
		Estrutura funcional 1.1	Estrutura funcional 1.2
Ser fácil de operar o conjunto	6	⊙	⊙
Dosar muda adequadamente	9	●	●
Posicionar a muda verticalmente	6	⊙	⊙
Ter baixo consumo de potência	7	●	●
Permitir tempo adequado para alimentar o alojador de mudas	9	○	●
Permitir operação segura	9	●	●
Apresentar baixo preço de compra	10	⊙	⊙
Apresentar materiais de baixo custo	10	⊙	⊙
Utilizar componentes padronizados	5	⊙	⊙
	Somatório da coluna	245	281
	Classificação obtida		

Fonte: Maribondo, 2000.

Onde

- ⇒ desempenho excelente ⇒ 5
- ⊙ ⇒ desempenho satisfatório ⇒ 3
- ⇒ desempenho fraco ⇒ 1
- ⇒ (Branco) Não atende (valor 0).

$$\text{Somatório - das - colunas } j = \sum_{i=1}^m (vc_i \times gr_{i,j}) / nl$$

Percebe-se que tanto a estrutura funcional 1.1 como a 1.2 podem atender o problema de projeto. Neste caso, escolheu-se a estrutura funcional 1.2, principalmente porque a função *alimentar alojador de muda* está em série com duas outras funções, o que deverá dar mais tempo ao operador para fazer essa tarefa. Este detalhe pode resultar em benefícios ao agricultor, como, por exemplo, nas culturas cuja densidade de plantas por linha for maior, razão pela qual se preferiu trabalhar com a alternativa 1.2. Maiores detalhes sobre a estrutura podem ser vistos na **Figura 4.16**.

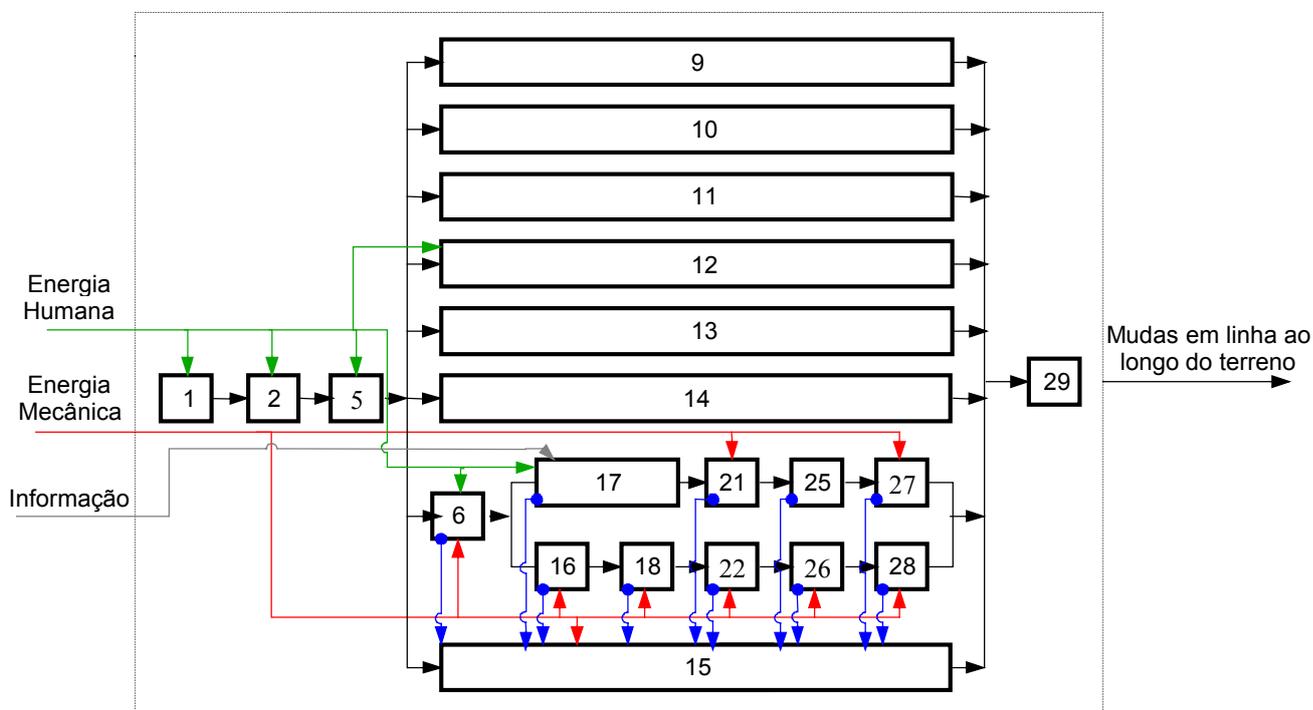


Figura 4.16 - Estrutura Funcional selecionada para atender o Problema de Projeto

4.7 ESTABELECIMENTO DOS MÓDULOS CONSTRUTIVOS QUE MELHOR ATENDEM AO PROBLEMA DE PROJETO

Parte-se para estabelecer os módulos construtivos que melhor atendem o problema de projeto: a estrutura funcional da Figura 4.16.

Após escolhida a estrutura funcional que vai atender o problema de projeto, identificam-se os módulos funcionais dessa variante que têm por objetivo atender o problema de projeto, que são: Cortar Palha (E 1); Colocar muda no solo (B 1); Abrir sulco (Au 1); Reservatório de muda (Au 2); Alimentar dosador (Au 3); Fechar sulco (Au 4); Acionamento (Au 5); Locomoção (Au 6); Dirigir (Au 7); Dar forma (Au 8); Acoplar Tração (Au 9).

Identificados os MFs, parte-se para estabelecer os módulos construtivos que melhor atendem o problema de projeto e, conseqüentemente, sua estrutura funcional.

Para cada módulo funcional foram apresentados os princípios de solução associados a cada uma das funções que o compõem, conforme apresentado na **Tabela 4.9**.

Tabela 4.9 - Geração dos Módulos Construtivos do Sistema Modular

Denominação do módulo funcional	Funções contidas no módulo	Princípios de solução encontrados ou estabelecidos para cada função contida no módulo
Cortar palha (E 1)	<ul style="list-style-type: none"> Regular subconjunto 	<ul style="list-style-type: none"> Pinhão cremalheira Fixação por atrito
	<ul style="list-style-type: none"> Cortar palha 	<ul style="list-style-type: none"> Faca Rolo faca Cutelo Disco cortante
Transplantador (B 1)	<ul style="list-style-type: none"> Regular subconjunto 	<ul style="list-style-type: none"> Roda dentada Correia dentada Corrente
	<ul style="list-style-type: none"> Dosar muda 	<ul style="list-style-type: none"> Copos rotativos horizontais Cones rotativos horizontais Cones rotativos verticais Disco Pretel
	<ul style="list-style-type: none"> Conduzir mudas 	<ul style="list-style-type: none"> Queda livre Rotativo vertical
	<ul style="list-style-type: none"> Posicionar muda 	<ul style="list-style-type: none"> Língua cônica Cones rotativos verticais
Abrir sulco (Au 1)	<ul style="list-style-type: none"> Regular subconjunto 	<ul style="list-style-type: none"> Através de furacão (vertical) Através de furacão (angular) Pinhão cremalheira Fixação por atrito

Continuação

	<ul style="list-style-type: none"> • Romper solo 	<ul style="list-style-type: none"> • Cinzel • Disco cortante • Quilha
Reservatório de muda (Au 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecer reservatório 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual • Automático
	<ul style="list-style-type: none"> • Reservar muda 	<ul style="list-style-type: none"> • Bandeja • Grade • Caixa
Alimentar dosador de muda (Au 3)	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentar dosador de muda 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual • Automática
Fixar muda Au 4	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar terra sobre a muda 	<ul style="list-style-type: none"> • Roda Metálica • Roda de Borracha
	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar profundidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Rodas metálicas • Rodas pneumáticas
	<ul style="list-style-type: none"> • Regular subconjunto 	<ul style="list-style-type: none"> • Pinhão cremalheira • Fixação por atrito
	<ul style="list-style-type: none"> • Pressionar solo 	<ul style="list-style-type: none"> • Roda Metálica • Roda de Borracha
Captar potência (Au 5)	<ul style="list-style-type: none"> • Regular subconjunto 	<ul style="list-style-type: none"> • Roda dentada • Correia dentada • Corrente
	<ul style="list-style-type: none"> • Transmitir potência 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrente • Correia dentada • Cabo flexível
	<ul style="list-style-type: none"> • Captar potência 	<ul style="list-style-type: none"> • Roda captadora de potência • Roda de fechar sulco • Mecanismo de locomoção
Dar partida (Au 6)	<ul style="list-style-type: none"> • Acionar deslocamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual • Mecânico
	<ul style="list-style-type: none"> • Dar mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Rodas pneumáticas • Rodas de metal
Imprimir direção (Au 7)	<ul style="list-style-type: none"> • Imprimir direção 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual • Teleguiada (GPS)
Dar forma (Au 8)	<ul style="list-style-type: none"> • Unir partes (unir os módulos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Chassi • Acoplamentos
Acoplar tração (Au 9)	<ul style="list-style-type: none"> • Unir a máquina ao trator 	<ul style="list-style-type: none"> • Acoplamento com pino • Acoplamento com engate rápido

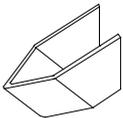
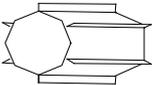
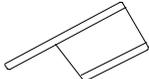
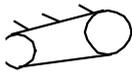
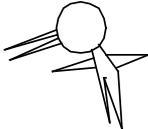
Após esse passo, parte-se para estabelecer os módulos construtivos com base nos princípios de solução apresentados, que satisfazem os módulos funcionais da estrutura funcional selecionada visando atender o problema de projeto.

Com os princípios de solução identificados e representados, passa-se a selecionar os melhores para compor cada módulo construtivo associado a cada um dos módulos funcionais estabelecidos para a estrutura funcional que melhor atende o problema de projeto.

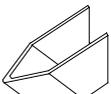
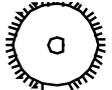
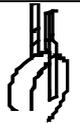
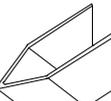
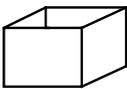
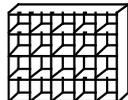
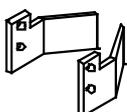
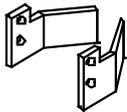
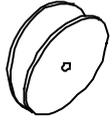
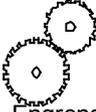
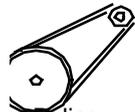
Confrontam-se os princípios de solução apresentados com os O-QUÊ'S, com a definição do problema de projeto e com as especificações de projeto, para identificar quais deles são os mais adequados ao problema em estudo.

Na Tabela 4.10, os princípios de solução encontrados e considerados mais viáveis para os módulos construtivos.

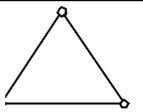
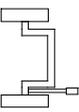
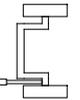
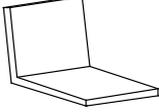
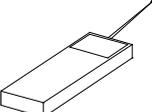
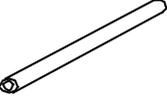
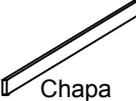
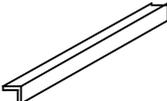
Tabela 4.10 - Matriz de Alternativas dos Princípios de Solução para os Módulos Construtivos da Estrutura 1 da Variante 2

MF	Subfunção do MF	Princípios de solução			
		1	2	3	4
MFE 1 Cortar palha	Cortar palha	 Quilha	 Rolo faca	 Cutelo	 Disco de corte
		MFB 1 - Distribuir mudas no sulco	Dosar mudas	Desenvolver conceito novo com performance e 50% do custo do melhor do mercado	 Disco excêntrico
Conduzir (depositar) mudas	Apenas queda livre		 Calha	 Esteira	 Tubo condutor
Posicionar mudas	 Manual		 Cata-palito		

Continuação

		1	2	3	4
MFAu 1 Abrir sulco	Abrir sulco	 Quilha	 Serra	 Cinzel	 Disco duplo
	Conter solo	 Quilha	 Disco duplo		
MFAu 2 Reservar mudas	Armazenar mudas	 Prisma	 Cilindro	 cone	 Grade
MFAu 3 Alimentar dosador	Alimentar dosador	 Manual			
MFAu 4 Fechar o sulco	Colocar terra no sulco (cobrir muda)	 Pás	 Roda compactadora	 Disco duplo	 Rodas inclinadas
	Pressionar terra (sobre a muda)	 Pás	 Roda compactadora	 Disco duplo	 Rodas inclinadas
MFAu 5 Acionamento	Captar energia (movimento)	 Roda dentada	 Engrenagens	 Polias	

Continuação

		1	2	3	4
FAu 6	Locomoção	 Hidráulico	 Manual		
	Promover deslocamento (viradas de cabeceiras e via de acesso a lavoura)	 Mecânico virado para traz	 Mecânico virado para frente		
MFAu 7	Direção	 Manual	 Teleguiado		
MFAu 8	Dar Forma	 Tubular	 Chapa	 Perfil	 Tubo quadrado
MFAu 9	Acoplar Tração	 Pino	Engate rápido		

4.8 ESTABELECIMENTO DAS CONCEPÇÕES DO PRODUTO QUE MELHOR ATENDEM O PROBLEMA DE PROJETO

Com os princípios de solução identificados, passou-se a estabelecer os módulos construtivos com base nos princípios de solução mais promissores que irão compor a matriz de alternativa dos princípios de solução para os MFs.

Antes de apresentar os princípios de soluções preliminares para a máquina transplantadora de mudas, é relatada a importância dos critérios de interfaceamento dos princípios de solução apresentados no Apêndice E. Os critérios de interfaceamento correspondem a uma série de recomendações de projeto que devem ser atendidas para possibilitar o acoplamento de dois ou mais princípios de solução uns com os outros, visando não só gerar as alternativas de concepção dos módulos do sistema modular, mas também o sistema modular como um todo.

Sob tal enfoque, é importante observar os aspectos que tratam da

similaridade entre as estruturas físicas e funcionais, assim como dos aspectos que tratam da minimização dos problemas que podem ocorrer nas interações entre os componentes físicos.

Para elucidar, apresentam-se no Apêndice E, Tabela 1, os critérios a serem utilizados pela equipe de projeto no interfaceamento dos princípios de solução.

Com o auxílio da matriz de alternativas dos princípios de solução para os módulos construtivos, apresentam-se quatro alternativas de módulos construtivos consideradas promissoras, submetendo-as à matriz de seleção para identificar a mais promissora.

Na Tabela 4.11 são apresentadas as alternativas construtivas consideradas como as mais viáveis para o problema de projeto. Os números que estão nas colunas de alternativas de princípio de solução identificam o princípio de solução especificado na Tabela 4.10 que foi adotado para a alternativa em análise.

Tabela 4.11 - Matriz de Alternativa Construtiva para a Máquina Transplantadora de Mudanças

MF	Subfunção do MF	Alternativas Construtivas			
		Alternativa1	Alternativa2	Alternativa3	Alternativa4
MF E 1	Cortar palha	1	1	1	1
MF B 1-	Dosar mudas	1	2	1	1
	Conduzir (depositar) mudas	4	4	4	4
	Posicionar mudas	1	2	2	1
MF Au 1	Abrir sulco	1	4	4	4
	Conter solo	1	1	2	1
MF Au 2	Armazenar mudas	4	4	4	4
MF Au 3	Alimentar dosador	1	1	1	1
MF Au 4	Colocar terra no sulco (cobrir muda)	2	1	3	4
	Pressionar terra (sobre a muda)	2	2	2	4
MF Au 5	Captar energia (movimento)	1	1	3	1
MF Au 6	Acionar deslocamento	2	2	2	2
	Promover deslocamento	1	1	2	1
MF Au 7	Imprimir direção	1	1	1	1
MF Au 8	Unir partes	2	4	3	1
MF Au 9	Unir a máquina ao microtrator	1	1	2	1

A seguir serão estimados os custos para cada um dos módulos que compõem as quatro alternativas construtivas identificadas para a máquina transplantadora de mudas.

Na Tabela 4.12, o custo estimado para cada módulo e, conseqüentemente, o custo para cada alternativa construtiva de máquina transplantadora.

Tabela 4.12 - Matriz de Estimativa do Custos dos Módulos Construtivos para a Máquina Transplantadora de Mudanças

MF	Subfunção do MF	Alternativas Construtivas							
		Alternativa1		Alternativa2		Alternativa3		Alternativa4	
		PS	Custo R\$	PS	Custo R\$	PS	Custo R\$	P S	Custo R\$
MF E 1	Cortar palha	1	50,00	1	50,00	1	50,00	1	50,00
MF B 1-	Dosar mudas	1	100,00	2	250,00	1	100,00	1	100,00
	Conduzir (depositar) mudas	4	20,00	4	20,00	4	20,00	4	20,00
	Posicionar mudas	1	20,00	2	35,00	2	35,00	1	20,00
MF Au 1	Abrir sulco	1	40,00	4	60,00	4	60,00	4	60,00
	Conter solo	1	-	1	40,00	2	-	1	40,00
MF Au 2	Armazenar mudas	4	30,00	4	30,00	4	30,00	4	30,00
MF Au 3	Alimentar dosador	1	20,00	1	20,00	1	20,00	1	20,00
MF Au 4	Colocar terra no sulco (cobrir muda)	2	80,00	1	20,00	3	60,00	4	75,00
	Pressionar terra (sobre a muda)	2	-	2	80,00	2	80,00	4	-
MF Au 5	Captar energia (movimento)	1	60,00	1	60,00	3	60,00	1	60,00
MF Au 6	Acionar deslocamento	2	10,00	2	10,00	2	10,00	2	10,00
	Promover deslocamento	1	100,00	1	100,00	2	100,00	1	100,00
MF Au 7	Imprimir direção	1	20,00	1	20,00	1	20,00	1	20,00
MF Au 8	Unir partes	2	30,00	4	50,00	3	35,00	1	65,00
MF Au 9	Unir a máquina ao microtrator	1	15,00	1	15,00	2	20,00	1	15,00
	Custo total estimado da alternativa construtiva	595		860		700		685	

Feita a estimativa de custo para cada alternativa construtiva, passa-se a analisar cada uma das alternativas pela matriz de seleção da alternativa construtiva para que essa auxilie na escolha de uma que vá ao encontro das necessidades do consumidor, análise feita com auxílio da Tabela 4.13.

Tabela 4.13 - Matriz de Seleção da Alternativa Construtiva mais Promissora

Necessidades determinantes à escolha da variante da função global	Peso da necessidade no projeto	Alternativas construtivas			
		Alternativa Construtiva 1	Alternativa Construtiva 2	Alternativa Construtiva 3	Alternativa Construtiva 4
Ser fácil de operar o conjunto	6	⊙	⊙	⊙	⊙
Dosar muda adequadamente	9	●	●	●	●
Posicionar a muda verticalmente	6	⊙	⊙	⊙	⊙
Ter baixo consumo de potência	7	⊙	⊙	⊙	⊙
Permitir tempo adequado para alimentar dosador	9	⊙	⊙	⊙	⊙
Permitir operação segura	9	⊙	⊙	⊙	⊙
Apresentar baixo preço de compra	10	●	○	○	⊙
Apresentar materiais de baixo custo	10	●	⊙	⊙	⊙
Utilizar componentes padronizados	5	⊙	⊙	⊙	⊙
Somatório da coluna		271	211	211	231
Classificação obtida		1	4	3	2

Fonte: Maribondo, 2000.

Onde

● ⇒ desempenho excelente ⇒ 5

⊙ ⇒ desempenho satisfatório ⇒ 3

○ ⇒ desempenho fraco ⇒ 1

⇒ (Branco) Não atende (valor 0).

$$\text{Somatório - das - colunas } j = \sum_{i=1}^m (vc_i \times gr_{i,j}) / nl$$

Após computados os dados da Tabela 4.13, tem-se o indicativo de que a Alternativa Construtiva 1 pode ser considerada a mais viável, não apenas pela pontuação apresentada mas pela sua simplicidade e baixo custo, além de não haver nenhuma desvantagem técnica em termos funcionais quando comparada com as outras alternativas.

Na Figura 4.17, uma representação da concepção escolhida. Nos próximos capítulos serão desenvolvidos o projeto preliminar, detalhado e construção do protótipo.

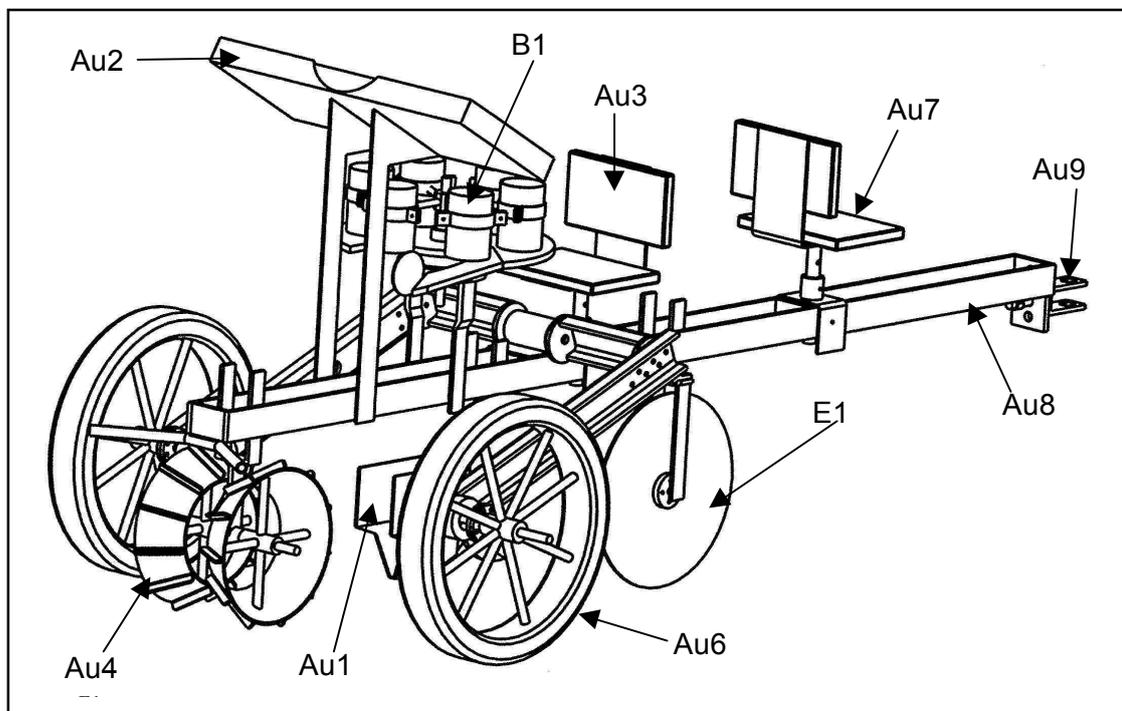


Figura 4.17

4.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O ESTABELECIMENTO DO CONCEITO

Ao concluir este capítulo, em que foi trabalhado de acordo com os procedimentos sugeridos para o desenvolvimento do conceito e sua descrição, resta plena e clara a convicção de que as diretrizes metodológicas muito contribuíram para que o fizéssemos com sucesso.

Na escolha do conceito final, ou seja, o que melhor atende as necessidades do trabalho em desenvolvimento, foram empregadas, além das ferramentas sugeridas pela metodologia, algo complementar, que foi criado para auxiliar na escolha do conceito com performance desejável e que também tivesse um baixo custo de construção, como a Tabela 4.12.

Com isso acredita-se que o conceito desenvolvido e apresentado neste capítulo seja o mais adequado à situação contextualizada que se deseja atender com este trabalho.

CAPÍTULO V

5. PROJETO PRELIMINAR, DETALHADO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

5.1 INTRODUÇÃO

Com o conhecimento gerado pela realização do capítulo anterior, e seguindo as orientações metodológicas, neste capítulo tem-se como objetivo obter o detalhamento preliminar do sistema modular, através de análise sob critérios técnicos e econômicos. É nesta fase do desenvolvimento que são construídos modelos em escalas apropriadas, feitos cálculos preliminares, escolha de materiais, análise de formas geométricas e interfaces de módulos entre outros.

Concluídas as atividades citadas no roteiro proposto pela metodologia adotada, na Figura 5.1 faz-se breve comentário sobre a forma da abordagem que será realizada em cada uma das etapas que caracterizam a fase de Projeto Preliminar da Máquina Transplantadora de Mudanças.

5.2 PROJETO PRELIMINAR

No projeto preliminar da máquina transplantadora de mudas vão ser relatados os aspectos que caracterizam cada módulo construtivo da máquina. Neste capítulo serão apresentados, um a um, os desenhos tridimensionais dos módulos que compõem a máquina transplantadora de mudas. As tarefas desenvolvidas neste capítulo seguem o roteiro de apoio ao desenvolvimento do projeto preliminar apresentado na metodologia de projeto de sistemas modulares, desenvolvida por Maribondo (2000), como se vê na Figura 5.1.

A apresentação e descrição das características principais de cada

módulo são feitas de forma independente, seguidas de leiaute da montagem dos módulos, ou seja, da máquina propriamente dita. Encerrando o capítulo, apresenta-se um estudo do módulo transplantador, feito pela ferramenta do FMEA, seguido das contribuições obtidas através do uso dessa para o projeto.

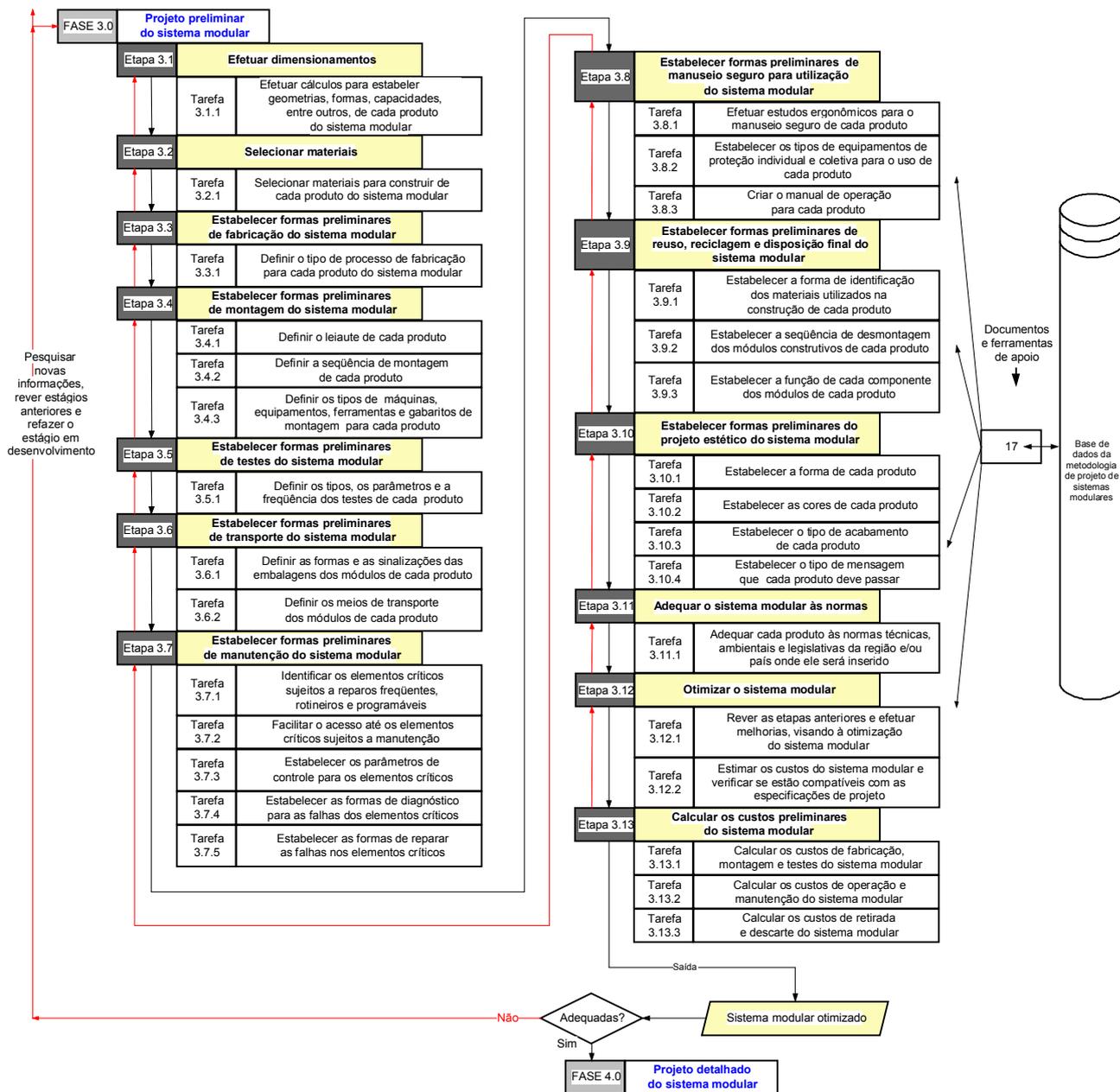


Figura 5.1 - Detalhamento da Fase do Projeto Preliminar do Sistema Modular (Maribondo, 2000)

O roteiro para desenvolver o projeto preliminar sugerido pela metodologia adotada, apresentado na Figura 5.1, é composto por 13 etapas e 30 tarefas, distribuídas entre as etapas.

A etapa 3.1 – Efetuar dimensionamento, contém a tarefa 3.1.1 – Efetuar cálculos para o estabelecimento de geometria, formas, capacidades, entre outros, de cada produto do sistema modular, tarefa essa que foi feita apenas para os módulos desenvolvidos, sistemas de conexão e interfaces, cujos resultados estão nos desenhos técnicos detalhados de todos os itens, apresentados no Anexo A.

A realização das etapas 3.2 – Selecionar materiais, e 3.3 – Estabelecer formas preliminares de fabricação do sistema modular, foram realizadas conjuntamente com a etapa 3.1 e as especificações, ou seja, seus resultados também são apresentados no Anexo A.

Com relação à etapa 3.4 – Estabelecer formas preliminares de montagem do sistema modular, foi realizado apenas o leiaute de montagem da alternativa escolhida para fabricar seu protótipo, que corresponde à tarefa 3.4.1 – Definir o leiaute de cada produto, mas não contemplando-a por inteiro, pois não se dispõe de informações suficientes para fazer o leiaute como sugere a metodologia; foram apresentadas/levantadas as alternativas construtivas apenas para a Variante 1; o leiaute ao qual se refere a tarefa 3.4.1 deveria ser feito das outras variantes.

Já as tarefas 3.4.2 – Definir a seqüência de montagem de cada produto e 3.4.3 – Definir os tipos de máquinas, equipamentos, ferramentas e gabaritos de montagem para cada produto da etapa 3.4 não serão realizadas porque fogem ao escopo deste trabalho – construção de um protótipo – e as tarefas 3.4.2 e 3.4.3 se referem a produção industrial.

A etapa 3.5 – Estabelecer formas preliminares de testes do sistema modular, através da tarefa 3.5.1 – Definir os tipos, os parâmetros e a frequência dos testes de cada produto, será trabalhada no capítulo VI, o qual aborda os testes de campo do protótipo desenvolvido.

A etapa 3.6 – Estabelecer formas preliminares de transporte do sistema modular e suas tarefas também não foram trabalhadas em sua essência, pois as definições por elas sugeridas dependem do tipo de indústria, ou seja, a indústria que a fabricará, sua política e seus pontos e formas de distribuição. O que foi abordado no projeto do protótipo e que faz parte das definições sugeridas pela etapa 3.6 são as definições de máxima largura de carroceria de caminhão, altura máxima de transporte, entre outras restrições do transporte em rodovias públicas federais e estaduais.

Com relação à etapa 3.7 – Estabelecer formas preliminares de manutenção do sistema modular, não serão contempladas nem registradas todas

as suas tarefas por motivo de prioridades adotadas pelo trabalho proposto; já os pontos de lubrificação estão indicados nos desenhos técnicos detalhados individuais e nas montagens. Estudo mais criterioso sobre manutenibilidade e confiabilidade é apresentado no item 5.15, intitulado “Aplicação do FMEA no Mecanismo Dosador de Mudas”.

Na etapa 3.8 – Estabelecer formas preliminares de manuseio seguro para utilizar o sistema modular, foi abordada apenas a tarefa 3.8.1 – Efetuar estudos ergonômicos para o manuseio seguro de cada produto, no que diz respeito aos ajustes de assentos dos operadores para dar adequação ergonômica do protótipo construído aos diferentes tipos de operadores. Entende-se que a realização das tarefas 3.8.2 – Estabelecer os tipos de equipamentos de proteção individual e coletiva para o uso de cada produto, e 3.8.3 – Criar o manual de operação para cada produto, fogem aos objetivos deste trabalho.

Com relação à etapa 3.9 – Estabelecer formas preliminares de reuso, reciclagem e disposição final do sistema modular, a tarefa 3.9.1– Estabelecer a forma de identificação dos materiais utilizados na construção de cada produto, foi abordada com o objetivo de não se fazer junção, ou seja, conseguindo a deposição de um tipo de material sobre o outro para se obter uma peça, de material mesclado, o que dificultaria sua reciclagem. A montagem dos módulos foi feita por meio de parafusos, rebites ou engates rápidos, para facilitar a desmontagem e individualização das peças, para serem recicladas segundo sua ordem de matéria prima. As tarefas 3.9.2 – Estabelecer a seqüência de desmontagem dos módulos construtivos de cada produto, e 3.9.3 – Estabelecer a função de cada componente dos módulos de cada produto, não foram realizadas por não se aplicarem a essa fase de desenvolvimento de protótipo, a que é o escopo do trabalho, o mesmo acontecendo com a etapa 3.10 – Estabelecer formas preliminares do projeto estético do sistema modular.

Com relação à etapa 3.11 – Adequar o sistema modular às normas, a tarefa 3.11.1 – Adequar cada produto às normas técnicas, ambientais e legislativas da região e ou país onde será inserido, as normas técnicas foram pesquisadas junto à ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), não sendo encontrado nenhum registro de normas que abordassem o assunto *transplantadora de mudas*, portanto baseou-se o desenvolvimento do trabalho no atendimento dos requisitos do consumidor. Com relação às questões ambientais e de legislação, não se encontrou nenhum registro de restrição ou requisito que tivesse de ser atendido com relação ao equipamento que está em desenvolvimento.

A etapa 3.12 – Otimizar o sistema modular, suas tarefas e definições são abordadas e descritas no capítulo VII deste trabalho como sugestões de melhorias e ou para trabalhos futuros.

Já a etapa 3.13 – Calcular os custos preliminares do sistema modular, traz as definições/orientações de tarefas que devem ser desenvolvidas em processos industriais e de fabricação do produto, portanto tais abordagens não serão feitas porque fogem ao escopo do trabalho.

Em seguida, os módulos desenvolvidos que compõem a máquina proposta serão abordados em suas particularidades, potencialidades e restrições.

5.3 MÓDULO AU 8 – UNIR PARTES

A opção por barras chatas de aço na definição deste módulo justificou-se por sua resistência mecânica e fabricabilidade. É importante mencionar que a função deste módulo é servir de base para o arranjo dos demais módulos sobre ele. A **Figura 5.2** mostra esquematicamente esse módulo e suas características principais.

Os principais componentes deste módulo são as duas barras de sustentação, por sua função de formar estruturalmente a máquina, ou seja, sustentar e prover a conexão dos módulos ao chassi por intermédio de braçadeiras parafusadas. Sendo assim, sobre o chassi se encontram os assentos dos operadores do microtrator e do operador que fará a alimentação dos alojadores de mudas, tendo ainda sobre ele o reservatório de mudas.

Conectados também ao chassi, mas do lado de baixo, estão os módulos Au1 e E1.

Na parte traseira do chassi estão fixas as manoplas (1) cuja função é transmitir força aplicada pelo operador no sentido de suspender a máquina e fazer com que o Módulo Au 6 passe da posição de plantio para posição de virada de cabeceira/transporte ou vice-versa.

O conceito deste módulo também foi desenvolvido especialmente para este projeto.

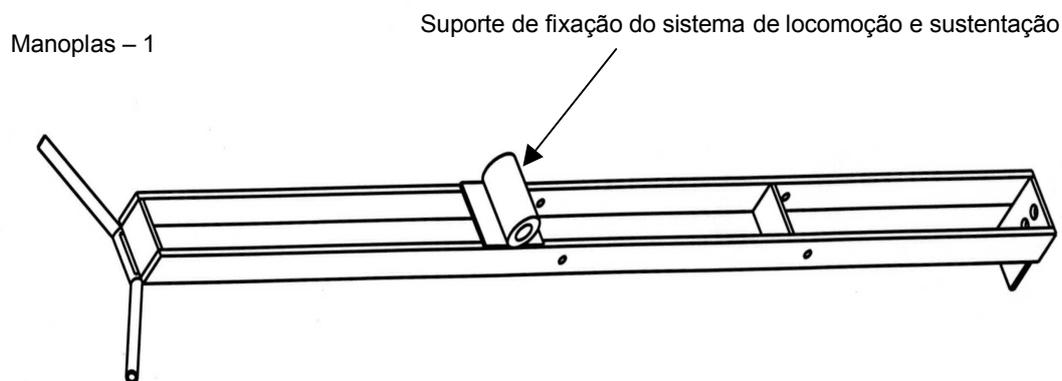


Figura 5.2 - Módulo Au 8

5.4 MÓDULO B 1 – TRANSPLANTADOR

De acordo com as escolhas feitas na fase de projeto conceitual, este módulo é composto por uma roda raiada com braçadeiras nas pontas dos raios (2) onde são fixados canos de PVC (1) com uma tampa de metal no fundo com dobradiças denominado alojador de mudas. Esse conjunto gira no sentido anti-horário sobre uma mesa (3) de metal vazada (furada), numa posição que permite que o alojador de mudas, ao chegar nessa área vazada, abra sua tampa e pela ação da gravidade a muda caia no tubo de condução e vá até o sulco. Para posicionar a muda no sulco é usado um guia acionado com o mesmo sincronismo do dosador de muda. A **Figura 5.3** mostra esquematicamente esse módulo e suas características principais.

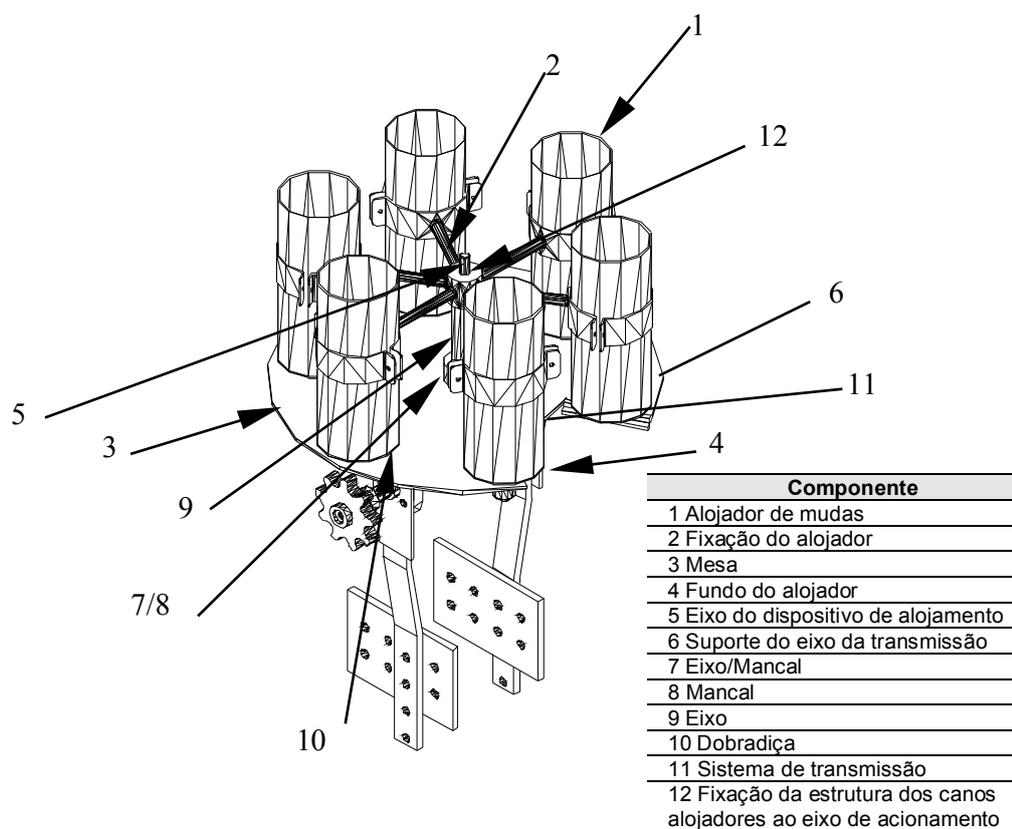


Figura 5.3 - Módulo B1

Desenvolvido especialmente para este projeto com objetivo de dar ao sistema simplicidade e funcionalidade com baixo custo, este é o principal módulo da máquina.

Sua função é depositar mudas a uma distância pré-determinada entre si, no sulco, ao longa da linha.

Para alterar a distância entre mudas deve-se alterar a relação de transmissão, entre sistema de captura de potência e o acionamento do dosador de mudas.

O limite mínimo para o operador alimentar o alojador de mudas é de um segundo, conforme informações obtidas com técnicos da empresa IADEL.

5.5 MÓDULO E 1 – CORTE DE PALHADA

Este módulo é disponível comercialmente. Para sua utilização no sistema modular, serão necessárias modificações apenas na maneira de fixação.

Numa primeira análise sobre tal sistema, torna-se necessário definir suas dimensões principais, como diâmetro e espessura do disco e estrutura do suporte que conecta o disco ao chassi. Considerando informações colhidas sobre parâmetros mecânicos, procurou-se definir tais dimensões, tendo como base que o acionamento será feito pelo microtrator. A **Figura 5.4** mostra esse detalhamento preliminar para o módulo E 1 (corte de palhada).

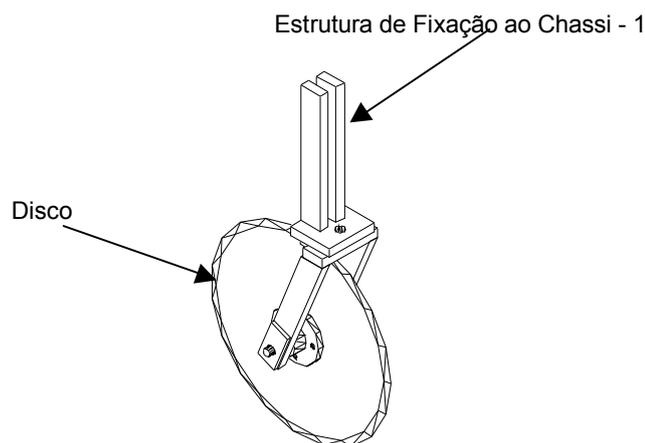


Figura 5.4 - Módulo E1

O componente principal deste módulo é o disco, já padronizado comercialmente, podendo ser facilmente adquirido no mercado. Se o transplante não for executado no sistema de plantio direto, o módulo deve ser retirado da máquina.

A profundidade de corte do solo executada pelo disco é regulável pela mudança de posição de (1) no sentido vertical com relação às barras do chassi onde é fixado por intermédio de braçadeiras parafusadas, podendo ser também ajustáveis na posição horizontal.

5.6 MÓDULO AU 1 – ABRIR SULCO

Este também é um módulo comercial. O procedimento para obtê-lo deverá ser similar ao descrito para o módulo E 1, acrescentando aos componentes comerciais apenas suportes que permitam a interface com o sistema modular. A **Figura 5.5** mostra esquematicamente esse módulo e suas características principais.

Este módulo é composto basicamente de um único componente e uma estrutura que o fixa ao chassi. Pode ser posicionado dentro de limites, tanto na

vertical como na horizontal, sendo fixado ao chassi da mesma forma que o módulo **E1**. Sua função principal é abrir o sulco e mantê-lo aberto para que a muda seja depositada. É componente de concepção padrão e está comercialmente disponível, podendo variar apenas em alguma dimensão.

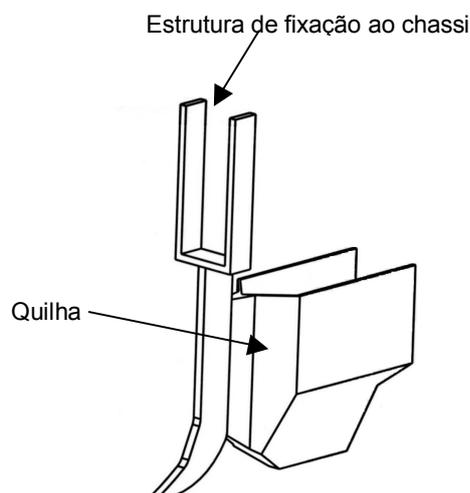


Figura 5.5 - Módulo Au1

5.7 MÓDULO AU 2 – RESERVATÓRIO DE MUDA

Conforme a concepção escolhida na fase de projeto conceitual, este módulo é composto por duas hastes que vão suportar as bandejas com mudas sobre o alojador de mudas para serem colocadas pelo operador no alojador uma por uma. A **Figura 5.6** mostra esquematicamente esse módulo e suas características principais.

Este módulo é composto do suporte para bandeja (1) de mudas e da bandeja (2). É flexível na posição vertical e na horizontal para adequar-se às características ergonômicas do operador. Sua função principal é reservar as mudas para serem colocadas pelo operador no alojador de mudas, que tem a função específica de distribuí-las eqüidistantemente na linha.

A concepção deste componente é padrão comercial, podendo variar apenas a forma do suporte.

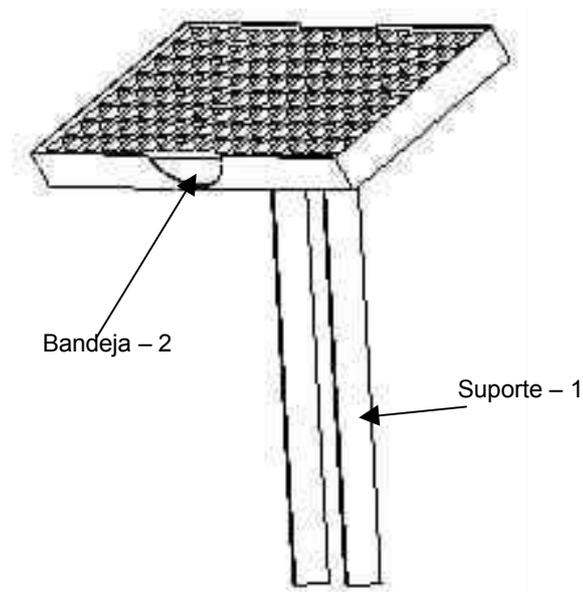


Figura 5.6 - Módulo Au2

5.8 MÓDULO AU 3 – ALIMENTAR DOSADOR DE MUDA

Conforme a concepção escolhida na fase de projeto conceitual, este módulo é composto pelo assento do operador que vai alimentar o alojador de mudas e o suporte para seus pés. A **Figura 5.7** mostra esquematicamente o módulo e suas características principais.

O principal componente deste módulo é o assento para o operador acomodar-se e efetuar a alimentação do alojador de mudas. Este assento foi desenvolvido de tal forma que possa ser deslocado na posição vertical e horizontal. A função do módulo é acomodar o operador de forma ergonômica e favorável ao desenvolvimento de sua atividade.

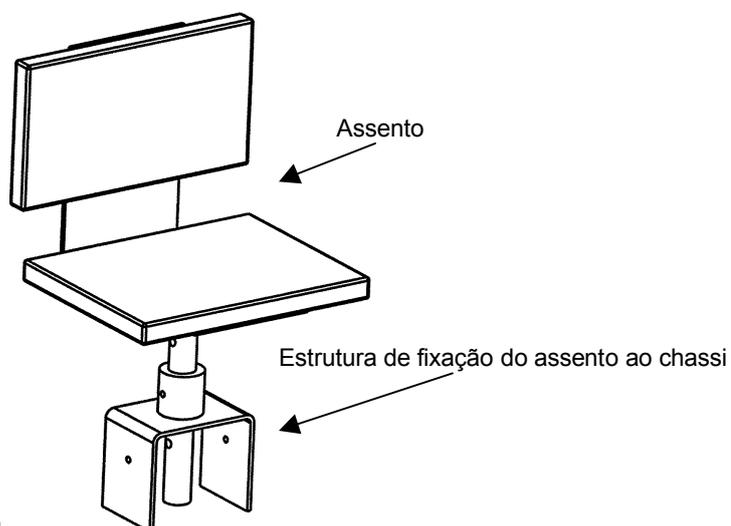


Figura 5.7 - Módulo Au3

5.9 MÓDULO AU 4 – FIXAR MUDA

Conforme a concepção escolhida na fase de projeto conceitual, este módulo é composto por duas rodas posicionadas na parte final do chassi. A **Figura 5.8** mostra esquematicamente esse módulo e suas características principais.

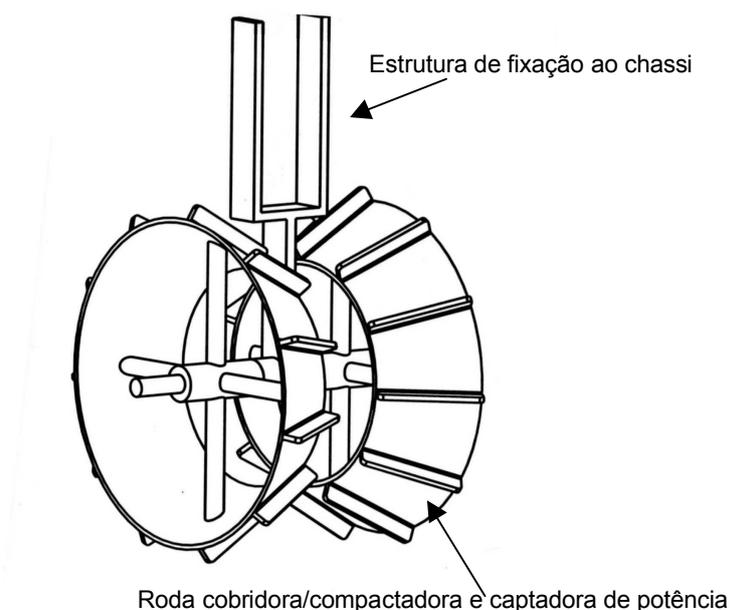


Figura 5.8 - Módulo Au4

Os principais componentes deste módulo são as duas rodas compactadoras, cuja função é colocar terra no sulco, e pressioná-la sobre o caule da muda para fixá-la. Para facilitar a adequação deste módulo à cultura com que se estiver trabalhando, tipo e umidade de solo, foi desenvolvido tal sistema de forma a deslocar-se na vertical e na horizontal para ajustar-se à posição que proporcione a melhor performance ao trabalho que se estiver realizando.

Dessas rodas será captada a potência necessária para prover o acionamento do módulo B1.

5.10 MÓDULO AU 5 – CAPTAR POTÊNCIA

Este também é um módulo comercial. O procedimento para obtê-lo deverá ser similar ao descrito para o módulo E 1, acrescentando aos componentes comerciais apenas suportes que permitam a interface com o sistema modular.

Conforme a concepção escolhida na fase de projeto conceitual, este módulo é composto por rodas dentadas e correntes para transmissão, como se pode ver no desenho esquemático da **Figura 5.9**.

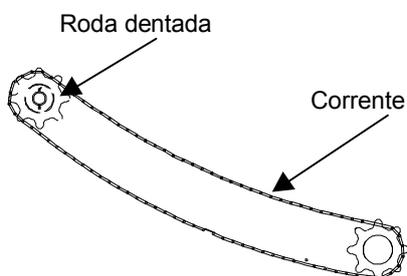


Figura 5.9 - Módulo Au5

Os principais componentes deste módulo são as rodas dentadas e as correntes para transmitir essa energia mecânica e acionar o módulo B1.

No eixo das rodas compactadoras é acoplada uma roda dentada a qual vai transmitir o movimento por intermédio de uma corrente e no módulo B1 vai haver um suporte para um eixo e uma roda dentada que fará a captura desse movimento.

5.11 MÓDULO AU 6 – DAR LOCOMOÇÃO

Conforme a concepção escolhida na fase de projeto conceitual, este módulo é composto por duas rodas posicionadas na parte mediana do chassi para dar mobilidade à máquina. A **Figura 5.10** mostra esquematicamente esse módulo e suas características principais.

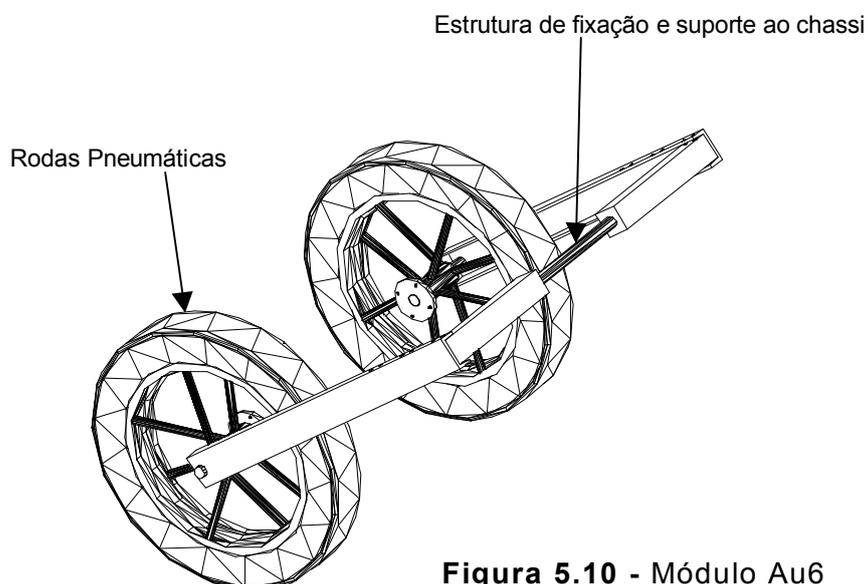


Figura 5.10 - Módulo Au6

Os principais componentes deste módulo são duas rodas pneumáticas que vão promover a elevação dos componentes de ataque ao solo e sustentar toda a estrutura da máquina sobre si quando colocadas na posição de transporte/viradas de cabeceira.

Este módulo vai dar estabilidade e sustentação à estrutura da máquina e, pelo movimento relativo entre o suporte das rodas pneumáticas e o chassi, as rodas passam a suportar toda a máquina na hora de transportá-la e nas viradas de cabeceira e ou apenas dar-lhe estabilidade quando em posição de trabalho. Este módulo é acoplado ao chassi no suporte de fixação do sistema de locomoção e sustentação como é mostrado na **Figura 5.2**.

Este mecanismo de locomoção e viradas de cabeceira foi concebido e desenvolvido especialmente para este projeto.

5.12 MÓDULO AU 7 – IMPRIMIR DIREÇÃO

Conforme a concepção escolhida na fase de projeto conceitual, este módulo é composto pelo banco do operador que vai imprimir direção ao microtrator e o suporte para seus pés. A **Figura 5.11** mostra esquematicamente esse módulo e suas características principais.

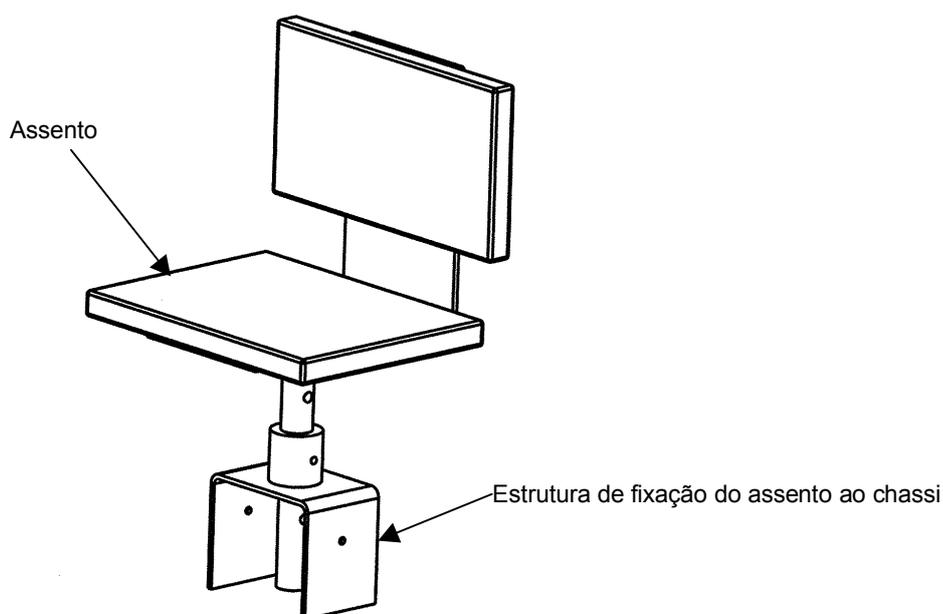


Figura 5.11 - Módulo Au7

O principal componente deste módulo é o assento para o operador acomodar-se e efetuar o controle (dirigir) do microtrator. Este assento foi desenvolvido de tal forma que possa ser deslocado vertical e horizontalmente, com a função de acomodar o operador em posição ergonômica e favorável ao desenvolvimento de sua atividade.

5.13 - MÓDULO AU 9 – ACOPLAR TRAÇÃO

A opção por barras chatas de aço soldadas a um pino com rosca como solução para este módulo justificou-se por sua resistência mecânica e facilidade de fabricação. É importante mencionar que a função deste módulo é unir o chassi à fonte de potência, ou seja, o microtrator. A **Figura 5.12** mostra esquematicamente este módulo.

Os componentes deste módulo são três barras chatas e um pino com rosca e uma porca, cuja função é conectar o módulo do chassi ao microtrator.

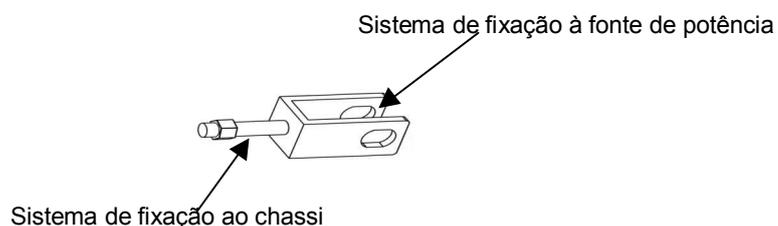


Figura 5.12 - Módulo Au 9

5.14 DESENHOS DE MONTAGEM DA MÁQUINA TRANSPLANTADORA DE MUDAS

Após as definições preliminares da geometria e das dimensões dos módulos construtivos, foram confeccionados desenhos tridimensionais de cada módulo, possibilitando uma montagem virtual do sistema, como é mostrado na seqüência. Num primeiro momento, na **Figura 5.13** são mostrados separadamente os módulos que compõem a máquina transplantadora de mudas; num segundo momento, são mostrados os módulos agrupados, simulando a montagem da máquina, como se vê na **Figura 5.14**.

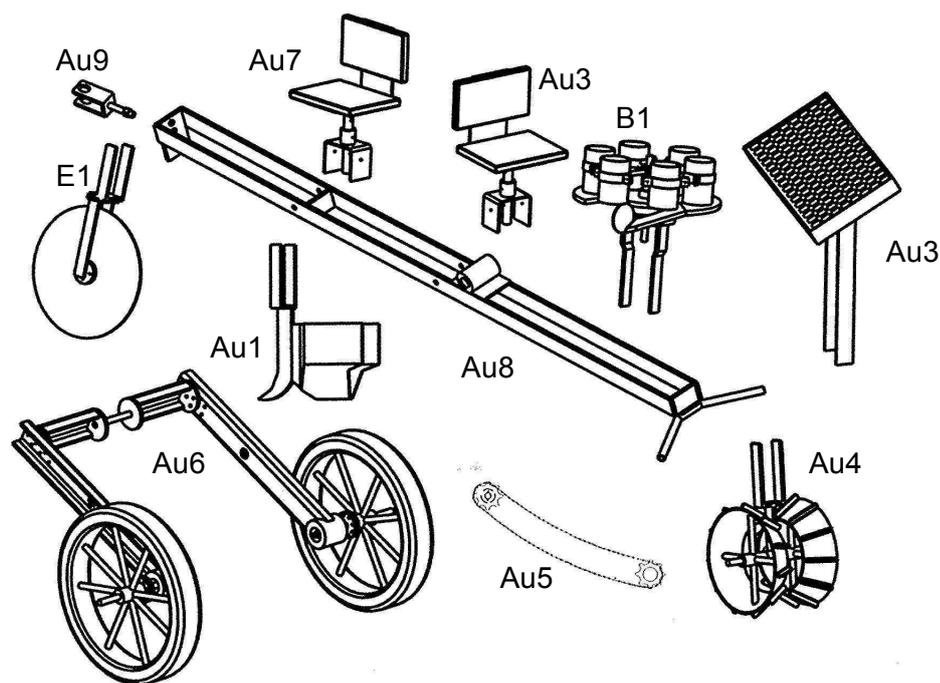


Figura 5.13 - Módulos que compõem o sistema modular

5.15 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO MÁQUINA TRANSPLANTADORA DE MUDAS

Após a definição da geometria dos módulos construtivos, partiu-se para a construção do protótipo da máquina transplantadora de mudas, com os seguintes objetivos principais: verificar os aspectos relacionados à modularidade e à funcionalidade do agrupamento de funções realizados na fase de projeto conceitual; observar de modo especial o desempenho do dosador de mudas, feito para este projeto visando à redução de custos e de peso e à facilidade de manutenção.

A identificação dos materiais e o dimensionamento dos componentes teve como base as especificações de projeto, as formas e dimensões dos implementos similares disponíveis comercialmente e a experiência, tanto da equipe de projeto como de técnicos da Universidade além da assessoria prestada pelos técnicos da empresa IADEL.

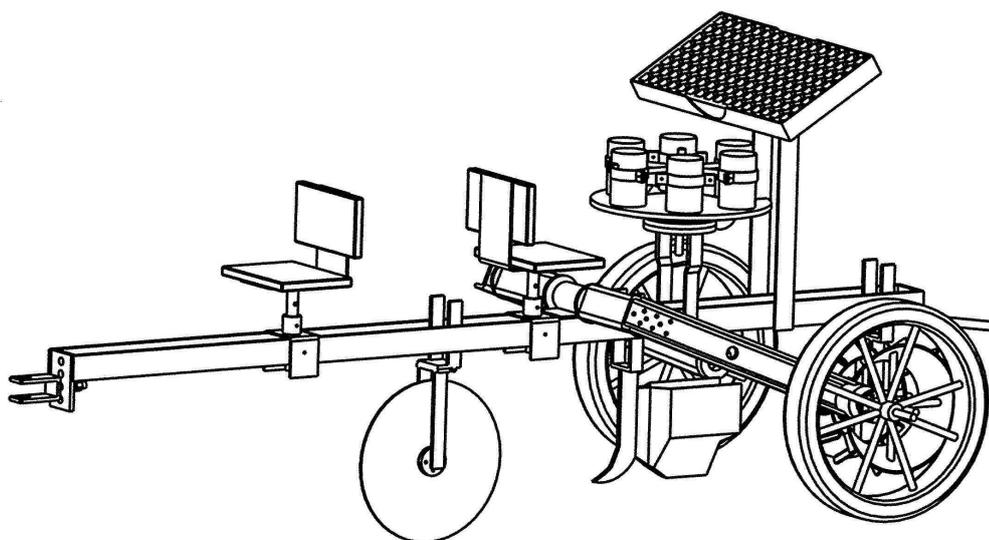


Figura 5.14 - Montagem Preliminar do Módulo Construído

As fotos a seguir ilustram o protótipo, sendo que a **Figura 5.15** mostra uma vista lateral da máquina com o foco no módulo B1, e a **Figura 5.16** focaliza o detalhe da abertura da tampa do alojador de muda, ou seja, quando vai haver a liberação da muda para queda livre até o sulco.



Figura 5.15 - Vista Lateral da Máquina Transplantedora de Mudass



Figura 5.16 - Vista da Máquina Transplantadora de Mudas com foco na queda da muda

5.16 APLICAÇÃO DO FMEA NO MECANISMO DOSADOR DE MUDAS

O objetivo da aplicação do FMEA – Análise dos Modos e dos Efeitos das Falhas, na máquina transplantadora de mudas é identificar os modos de falha e os efeitos. Considerando que a máquina transplantadora deva durar vários ciclos de plantio, identificou-se que a aplicação dessa ferramenta proporcionaria maior robustez à máquina, requisito fundamental para máquinas agrícolas.

Para a aplicação do FMEA, foi necessário formar uma equipe de trabalho composta inicialmente por um especialista em FMEA e pelo projetista da máquina. No início foram discutidos todos os aspectos relacionados ao processo de aplicação do FMEA ao projeto, no qual o projetista descreveu o produto e o especialista em FMEA apresentou as potencialidades e restrições da ferramenta. Numa segunda fase foram incorporados à equipe mais três membros: um especialista em confiabilidade, um especialista em máquinas agrícolas e um especialista em desenvolvimento de produto.

O FMEA foi aplicado ao mecanismo dosador de mudas com o propósito de precaver-se contra a ocorrência de eventuais falhas, uma vez que este foi concebido e desenvolvido para essa aplicação; portanto, as chances de ocorrerem problemas são maiores do que em um módulo com similar comercialmente disponível. A opção de aplicar o FMEA ao mecanismo distribuidor de mudas teve o objetivo de fazer um levantamento em cada item do sistema e, assim, dimensioná-los/redimensioná-los para que não falhem.

No desenvolvimento do mecanismo distribuidor de mudas, alguns componentes foram criados e outros alocados para desempenhar funções bem específicas. Por exemplo: o dispositivo que aloja e conduz a muda até o tubo de deposição é um cano normalmente usado em instalações hidráulicas, porém essa sua nova aplicação pode resultar em algo inesperado (não dimensionado ou não previsto).

O objetivo dessa análise é aumentar o índice de confiabilidade e manutenibilidade, tentando precaver-se contra algum problema funcional que venha a ocorrer no mecanismo distribuidor de mudas e dispor de soluções viáveis para esses eventuais problemas.

Para aplicação do FMEA é necessário seguir os passos descritos a seguir:

1. definir o modelo físico do módulo;
2. identificar os componentes do sistema;
3. identificar as funções dos componentes;
4. identificar os modos de falha dos componentes;
5. identificar os efeitos no módulo em análise;
6. associar os efeitos aos modos;
7. selecionar os efeitos mais críticos;
8. levantar a causa dos modos de falha e
9. apresentar possíveis soluções com base nos efeitos, modos e causas.

A Tabela 5.1 contempla os principais componentes do mecanismo dosador e suas funções.

Tabela 5.1 - Componentes e Funções do Mecanismo Dosador

Componente	Função
1 Alojador de mudas	- alojar a muda
2 Fixação do alojador	- fixar os alojadores
3 Mesa	- manter o fundo dos alojadores fechados
4 Fundo do alojador	- proteção/condução e dosagem da muda
5 Eixo do dispositivo de alojamento	- transmitir o movimento rotativo para o alojador
6 Suporte do eixo da transmissão	- base para suportar a mesa, o eixo do alojador de mudas, eixo e acoplar ao sistema de acionamento.
7 Eixo/mancal	- permitir o movimento rotativo
8 Mancal	- suportar o eixo
9 Eixo	- suportar e girar o alojador de muda
10 Dobradiça	- permitir abertura e fechamento do fundo do alojador
11 Sistema de transmissão	- receber o movimento da corrente transmissora de energia e transmiti-la ao eixo do alojador de muda
12 Fixação da estrutura dos ca-nos dosadores ao eixo de acionamento	- garantir a transmissão de movimento do eixo para o suporte do cano para promover a dosagem da muda

Apresentando os desenhos e o protótipo para os membros da equipe e prosseguindo na análise e na discussão sobre os principais componentes com os seus possíveis modos de falhas e efeitos, gerou-se a Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Componentes, Modo de Falhas e Efeitos do Mecanismo Dosador

Componente	Modo de Falha	Efeito
1 Dispositivo alojador de mudas	- desprendimento	- impede a condução da muda - plantio de muda danificada
	- quebra	- impede a condução da muda - plantio de muda danificada
2 Fixação do alojador	- quebra	- não distribui as mudas
	- desprendimento da fixação do cano	- não distribui as mudas
	- desprendimento da estrutura do suporte dos canos com o eixo de acionamento	- não distribui as mudas
3 Mesa	- desprendimento	- deixa de haver sincronismo (irregularidade na deposição das mudas)
4 Fundo do alojador	- quebra	- plantio de mudas danificadas - bloqueia a passagem de mudas
	- empenamento	- plantio de mudas danificadas
	- desgaste	- plantio de mudas danificadas
5 Eixo do dispositivo de alojamento	- quebra	- não distribui as mudas
	- desgaste	- distribui mudas sem uniformidade
	- empenamento	- não distribui as mudas
6 Suporte do eixo da transmissão	- desprendimento do sistema de transmissão	- não distribui as mudas
	- desprendimento do disco guia	- não distribui as mudas
7 Eixo/mancal	- travamento	- não distribui muda
	- funcionamento intermitente	- distribui muda sem uniformidade
8 Mancal	- desgaste	- não distribui as mudas
	- quebra	- não distribui as mudas
9 Eixo	- quebra	- não distribui as mudas
	- desgaste	- não distribui as mudas - distribui as mudas sem uniformidade
	- deforma	- não distribui as mudas - distribui as mudas sem uniformidade
10 Dobradiça	- quebra	- não distribui as mudas
	- desgaste	- não distribui as mudas - distribui as mudas sem uniformidade
	- emperramento	- não distribui as mudas
	- quebra	- não distribui as mudas
11 Sistema de transmissão	- travamento	- não distribui as mudas
	- escorregamento	- não distribui as mudas
	- quebra	- não distribui as mudas
12 Fixação da estrutura dos canos dosadores ao eixo de acionamento	- desprendimento	- não distribui as mudas

5.16.1 Seleção dos efeitos mais importante e levantamento das causas dos modos de falha

Através de discussão entre os membros da equipe chegou-se ao consenso de que se deve atuar apenas nos efeitos mais críticos. Foram considerados efeitos mais críticos, por exemplo: a danificação da muda, pois pode trazer prejuízos para o agricultor, até superiores à própria manutenção da máquina.

Nesta etapa foram avaliados, os aspectos de segurança, manutenção, confiabilidade e custos.

Segurança: As partes móveis da máquina, como as regiões com arestas cortantes ou objetos pontiagudos, devem estar protegidas para evitar expor os usuários a acidentes.

Manutenção: A manutenção da máquina deve estar programada. Quando ocorrer uma falha, esta deve ser com peças simples, de fácil reposição, permitindo que a máquina seja posta em operação sem dificuldades.

Confiabilidade: Os componentes envolvidos com as funções principais da máquina devem ter os tempos médios entre falhas superiores ao número de ciclos de plantio mínimo necessário para o retorno do investimento feito.

Custo: Caso não seja possível evitar a falha, os prejuízos devem ser mínimos. Os prejuízos devem estar associados a componentes de fácil manutenção e baixo custo, visando à disponibilidade da máquina.

A tabela 5.3 traz uma lista das causas dos modos de falhas que estão associados com a danificação da muda.

Tabela 5.3 - Causas do Modo de Falha do Mecanismo Dosador

Componente	Modo de Falha	Causa do modo de falha
1 Cano dosador	- desprendimento	- A braçadeira quebra - O parafuso de conexão da braçadeira solta da porca - O parafuso quebra
	- quebra	- Quebra onde é conectada a braçadeira - Quebra onde é conectada a dobradiça
2 Dobradiça	- empenamento	- Quando prende ao disco guia - Bate lateralmente no bocal de dosagem
	- quebra	- Porque prendeu ao disco guia - A tampa é muito pesada e quando esta fica suspensa não resiste - Rotação de trabalho elevada
	- desgaste	- Muitas horas de trabalho - Material pouco resistente para a aplicação
	- oxidação	- Devido ao substrato da muda que vai caindo no eixo que conecta as abas da dobradiça - Falta de lubrificante para facilitar o movimento relativo das abas da dobradiça
	- emperramento	- Devido à presença de resíduos no eixo da dobradiça

5.16.2 Apresentação das possíveis soluções com base nos efeitos, modos e causas das falhas

Dentre as causas identificadas, são propostos alguns princípios de solução para as causas dos modos de falha com maior chance de ocorrência, como se vê na tabela 5.4

Tabela 5.4 - Princípios de Solução para as Causas do Modo de Falha do Mecanismo Dosador

Causa do modo de falha/Por que falhou?		Princípio de solução para a causa do modo de falha
Cano dosador	- O parafuso de conexão da braçadeira afrouxa	- arruela de pressão - contra-porca
	- Quebra na conexão das dobradiças	- colocar uma luva onde vai a braçadeira - usar um cano mais resistente
	- Quebra onde é conectada a dobradiça	- usar outro tipo de fixação da dobradiça
Dobradiça	- Bate lateralmente no bocal de dosagem	- anteparo de condução
	- A tampa é muito pesada proporcionando a quebra	- usar material mais leve na confecção da tampa - usar outro mecanismo para ajudar a suportar o peso da tampa
	- Material pouco resistente para a aplicação	- substituir o material de fabricação da dobradiça - dar maior rigidez ao componente de união entre as abas
	- Devido ao substrato da muda que vai caindo no eixo que conecta as abas da dobradiça emperra	- uma capa de proteção desse mecanismo - aumentar a resistência
	- Cargas dinâmicas (impactos, vibrações), elevadas no fundo do alojador	- suavizar o movimento relativo entre o fundo do alojador e a mesa de sustentação utilizando uma placa de polímero.

5.16.3 Comentários e conclusões sobre a aplicação do FMEA

A Tabela 5.4 foi elaborada considerando que as falhas iriam ocorrer, embora não se tenha certeza se realmente ocorrerão. Portanto, antes de partir para a implementação das ações recomendadas na Tabela 5.4, alguns testes e simulações deveriam ser feitos para estudar as falhas em função das chances de ocorrência, junto com uma avaliação de custos, buscando priorizar as ações.

A **Figura 5.17** apresenta a solução empregada para reduzir a vibração, através da inclusão de uma placa de polímero sobre a mesa, amortecendo e minimizando o choque e o impacto, principalmente depois da liberação da muda para o solo, quando se tem novamente o início do contato do fundo do alojador com a mesa.

A adoção dessa medida foi de baixo custo e reduziu as cargas no fundo do alojador, sobre a dobradiça e no próprio alojador de mudas. Com esta medida espera-se evitar as falhas geradas pelo choque e o impacto, obtendo redução dos níveis de ruídos entre as peças em movimento.

Após a construção do protótipo e alguns ensaios preliminares feitos em laboratório, foram realizados os testes de campo, cujos relatos são apresentados no capítulo a seguir.



Figura 5.17 - Vista de topo do Módulo Transplantador

Com a aplicação do FMEA sobre a transplantadora de mudas, foi possível concluir que a primeira etapa do desenvolvimento (Definição do modo físico, dos componentes e das funções), pode ser desenvolvida pelo projetista, já que essas informações se encontram na documentação do projeto. No entanto, a presença de uma pessoa que conheça o FMEA ajuda a esclarecê-las reescrevendo-as mais específica e eficientemente, voltadas para análise das falhas.

Através das reuniões de FMEA ganha-se muito conhecimento sobre o funcionamento do sistema, possibilitando mudanças das informações para torná-las mais eficazes e úteis.

A cada revisão do trabalho foram identificadas melhorias a serem feitas e estas foram implementadas ao longo das reuniões, mostrando que o FMEA é um documento vivo que está sempre sendo atualizado.

A documentação e registro das mudanças futuras poderão subsidiar o projeto de outras máquinas, buscando dar-lhes qualidade e confiabilidade.

5.17 CONCLUSÕES SOBRE O PROJETO PRELIMINAR E DETALHADO

O presente capítulo teve por objetivo descrever o desenvolvimento preliminar e detalhado dos módulos e seus componentes que compõem a variante selecionada para a construção do protótipo.

O fluxograma da metodologia adotada apresentado na Figura 5.1 foi usado para orientar o fluxo das atividades desenvolvidas nesta fase e apresentadas neste capítulo, sendo o detalhamento das orientações um ponto positivo a destacar e que trouxe ganhos ao trabalho, porque exigiu um exercício sobre cada aspecto, proporcionando ao projeto maior detalhamento e informações.

Se etapas ou tarefas não foram realizadas pela natureza do produto ou pela necessidade do projeto, essa falta não trouxe problema algum ao desenvolvimento do trabalho. Da mesma forma a aplicação de uma ferramenta não sugerida pela metodologia acrescentou contribuições ao trabalho.

A construção do protótipo foi uma versão limitada do sistema por restrições de recursos e de tempo. Mas são restrições que em nada impediram que os objetivos do trabalho fossem atingidos. No capítulo seguinte serão descritos os testes de campo em suas potencialidades e restrições.

CAPÍTULO VI

6. TESTES DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

6.1 INTRODUÇÃO

Após concluído o processo de fabricação, partiu-se para a avaliação do protótipo, que consistiu em testes iniciais no próprio laboratório para avaliar o desempenho de alguns módulos. Os testes de laboratório se resumiram ao mecanismo dosador de mudas, porque este é uma inovação e portanto os ajustes e as chances de ocorrerem falhas são maiores, e também porque seria bastante difícil de testar, por exemplo, o sulcador ou qualquer outro componente dessa natureza no laboratório do NeDIP.

Nos testes preliminares feitos em laboratório observou-se inicialmente se o mecanismo dosador realiza todas as suas funções com boa performance e a forma de alimentação do alojador de mudas, além da liberação/queda da muda, que em laboratório foram consideradas satisfatórias.

Em seguida, a máquina foi levada ao campo para ser submetida às condições reais de trabalho, por uma equipe composta por: um engenheiro agrônomo doutor da área, um engenheiro mecânico com experiência em testes de protótipos de máquinas agrícolas e um técnico mecânico com muita experiência na área.

6.2 MATERIAL E MÉTODO DE AVALIAÇÃO

6.2.1 Material

6.2.1.1 Espécime ensaiado

Protótipo de uma máquina transplantadora de mudas produzidas em sistema de bandejas, trabalha em sistemas de plantio direto ou convencional. A

capacidade de plantio depende do tipo de cultura com que se está trabalhando, mas a média fica em torno de 3000 mudas/hora, capacidade esta de transplante também dependente da habilidade do operador. O protótipo desenvolvido é acoplável a microtratores e ou a tratores convencionais.

6.2.1.2 Mudanças utilizadas

As mudas usadas nos testes foram produzidas no sistema de bandeja para a cultura do repolho, adquiridas de um produtor de mudas localizado no Município de Antônio Carlos, Santa Catarina. Convém salientar que não só a cultura do repolho, mas outras, como as citadas no capítulo I, produzidas nesse sistema de bandeja, podem ser transplantadas pela máquina, fazendo-se apenas ajuste de distância entre mudas e em sua profundidade de deposição, conforme as necessidades de cada cultura. Foi escolhida a cultura do repolho em função do período em que foram feitos os testes, quando foram encontradas apenas essas mudas em porte adequado para o transplante.

6.2.1.3 Equipamentos, aparelhos e instrumentos utilizados

Chaves diversas usadas para fazer os ajustes e regulagens necessárias em campo, paquímetro, trena, prancheta para anotações diversas e máquina fotográfica para registrar as cenas da execução do plantio.

6.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS TESTES DE CAMPO

Durante a execução dos testes, não foram usadas recomendações de normas por não existirem normas ABNT ou equivalentes que tratem do mesmo tipo de máquinas.

Quanto às características físicas das mudas após o transplante, houve apenas uma inspeção visual e não se identificou nenhum dano físico ocorrido na passagem pela máquina.

Com relação à distribuição longitudinal, foram feitas algumas medidas de distância entre mudas na linha e não se constatou nenhum problema com relação a esse requisito. Ainda com relação à distribuição longitudinal, consta-

tou-se que, comparando o número total de plantas transplantadas com as que tinham uma inclinação com relação à vertical ao longo da linha, a porcentagem de plantas não-conformes ficou em torno de 10%, o que foi considerado normal para esse tipo de máquina.

6.3.1 Descrição da realização dos testes de campo

Os testes de campo foram realizados em 10 de janeiro de 2002, na Fazenda Experimental da Ressacada CCA/UFSC, onde foi testada a maioria dos trabalhos dessa natureza desenvolvidos no NeDIP. O solo da área de testes é do tipo areia quartzosa hidromórfica, em relevo plano.

Esses testes tiveram o objetivo de verificar o desempenho da máquina nos seguintes aspectos: desempenho funcional; resistência mecânica; facilidade de operação; segurança; ergonomia e outros fatores que puderam ser observados no campo. Inicialmente procedeu-se aos ajustes necessários para adequar a transplantadora às condições do solo e da cultura, que será uma prática usual antes de ser iniciado o plantio. Cumpre observar que se trata de tarefa necessária em qualquer outro tipo de máquina agrícola, razão pela qual o agricultor está familiarizado com esse tipo de trabalho.

O solo foi preparado com gradagem, pois no período em que foram feitos os testes não se dispunha de uma área adequada a ser dessecada para fazer o transplante em sistema de plantio direto. Por isso, o módulo do disco de corte foi retirado, o que não compromete os resultados obtidos, uma vez que o fator *corte de palhada* já é fenômeno conhecido e o módulo “corte de palhada” (E1) escolhido para fazer parte da máquina é comercialmente disponível, sendo seu comportamento já plenamente conhecido.

Durante os testes, ou seja, após ter sido ajustada a máquina para a realização do plantio, ocorreu apenas uma interrupção, devido ao ajuste do posicionador de mudas que não estava deixando as mudas na posição vertical. A interrupção pode ser considerada normal, e após esse pequeno ajuste, executado no próprio local do teste, o trabalho prosseguiu normalmente.

A Figura 6.1 focaliza o operador que faz a alimentação do alojador de mudas. Convém destacar, sobre esse módulo Au2, pela própria imagem e pelas declarações do operador, que a sua posição de trabalho é confortável, permitindo-lhe efetuar a alimentação do alojador de mudas sem fadiga nem estresse.



Figura 6.1 - Operador do Alojador de Mudanças da Máquina Transplantadora de Mudanças

Na Figura 6.2 é mostrada a posição das mudas no alojador de mudas. Pode-se observar que as mudas ficam posicionadas verticalmente dentro de cada alojador, o que é necessário para ser feita uma boa dosagem, ou seja, a liberação da muda verticalmente para dentro do sulco. Por estes fatos relatados e pelo próprio acompanhamento do seu desempenho no campo, conclui-se que funcionalmente esse módulo B1 foi muito bem; com relação à resistência mecânica, nesse primeiro estágio o módulo também foi considerado adequado, uma vez que não houve nenhuma quebra, empenamento ou desgaste visível.

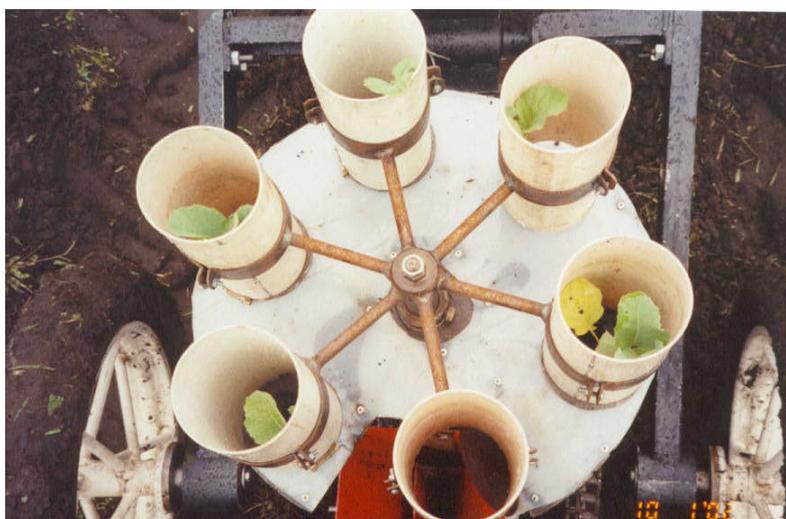


Figura 6.2 - Posição das Mudanças no Alojador de Mudanças da Máquina Transplantadora de Mudanças

Com relação ao módulo Au4, rodas cobridoras e captadoras de potência, observou-se que elas desempenharam muito bem sua função colocando terra sobre o caule das mudas e compactando essa terra; a distância entre elas também foi considerada boa, ou seja, as rodas não passaram em cima das mudas durante os testes; com relação à resistência mecânica não se observou nenhum problema.



Figura 6.3 - Formação da Fileira de Mudanças da Máquina Transplantadora de Mudanças

A posição da muda no solo, como mostra a Figura 6.4, foi considerada muito boa, mesmo com algumas mudas apresentando certa inclinação. Na maioria dos casos as mudas ficaram na posição vertical; a posição das mudas nas linhas foi considerada pela equipe como muito boa e equivalente ao plantio feito por máquinas já comercialmente disponíveis, o que é, sem dúvida, mais um ponto positivo desse protótipo.



Figura 6.4 - Posição da Muda

A interface com o microtrator também pode ser considerada muito boa, como mostra Figura 6.5. O ajuste no microtrator ou no trator convencional pôde ser feito pelo posicionamento vertical dos módulos e principalmente pela posição de fixação do módulo Au9 no chassi, o qual vai nivelar a máquina com a fonte de potência.



Figura 6.5 - Microtrator mais Transplantadora de Mudas

6.4 CONCLUSÕES SOBRE OS TESTES DE CAMPO

Salienta-se que a ausência de falhas nos testes de campo indica apenas que não houve falhas de juventude. Mas para avaliar a confiabilidade da máquina é necessária no mínimo uma temporada de testes de campo com o produtor e testes acelerados, em condições de laboratório, dos componentes de desgaste, o que foge ao escopo deste trabalho.

No teste de campo observou-se a máquina sob vários aspectos: desempenho funcional; resistência mecânica; facilidade de operação; segurança e ergonomia, além de outros fatores que puderam ser observados. Dentre as observações pôde-se destacar como pontos fortes do protótipo:

- a resistência das braçadeiras de fixação dos módulos ao chassi pôde ser considerada com desempenho adequado, ou seja, cumpriram sua função e não houve nenhum problema de resistência mecânica, como quebra, desprendimento/escorregamento ou empenamento, o que garantiu o bom funcionamento do sistema nos testes;

- com relação aos assentos dos operadores destaca-se a resistência e a praticidade de ajustes, culminando com a satisfação dos operadores;
- o dosador de mudas apresentou desempenho muito bom, não houve nenhum tipo de problema mecânico ou funcional, deixando uma ótima impressão. Dentre os aspectos que mais chamaram atenção destacam-se: o posicionamento da muda dentro do alojador, a forma de liberação da muda e a simplicidade do sistema como um todo;
- o chassi desempenhou seu papel muito bem, não apresentando nenhum tipo de problema relacionado à resistência mecânica; sua interação com os módulos também foi considerada muito boa;
- o sistema de locomoção também teve desempenho muito bom, dando suporte, rigidez e estabilidade a todo o sistema, sem apresentar problema de resistência mecânica ou funcional; e finalmente
- a deposição das mudas foi boa, ou seja, a posição como as mudas chegavam ao solo foi considerada a ideal para um bom transplante de mudas. A obtenção dessa posição ideal da muda em relação ao solo é alcançada pelo bom desempenho funcional dos módulos e a facilidade de posicioná-los e fixá-los no chassi.

No entanto, houve alguns pontos que merecem atenção especial. A seguir são apresentados os problemas ocorridos e algumas sugestões de melhoria, para serem implementadas antes de se transformar esse protótipo em um produto industrial, ou mesmo antes de se construir um segundo protótipo:

- as rodas cobridoras desempenharam bem seu papel, mas se fossem independentes e tivessem regulagem de abertura/fechamento e possibilidade de inclinação na posição vertical, sua performance melhoraria;
- a transmissão não apresentou problema algum, mas se forem feitas as mudanças sugeridas nas rodas cobridoras, deve-se mudar o local da captura de potência das rodas cobridoras para as rodas de locomoção;
- o sistema de fixação e a própria came de acionamento dos mecanismos de auxílio ao posicionamento das mudas devem ser melhorados visando aumentar sua faixa de regulagem.

Destaca-se o bom desempenho da máquina sob os aspectos de: desempenho funcional; resistência mecânica; facilidade de operação; segurança e ergonomia, além do bom funcionamento do novo conceito que foi desenvolvido para o dosador de mudas que pode ser considerado um desenvolvimento de tecnologia que deu uma resposta muito positiva.

Finalizando, acredita-se que o resultado dos testes realizados foi bastante positivo. O funcionamento da máquina transplantadora de mudas pode ser considerado adequado às expectativas; as respostas esperadas em relação aos princípios de solução desenvolvidos e a reformulação dos princípios já existentes, que foram agrupados em módulos, comprovam que essa etapa pode ser considerada positiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFUBRA. **Relatório de atividades 1996/1997**. SINDIFUMO. Diagnóstico Estrutural da Cadeia Produtiva. Agroindústria do Fumo no RS, 1995. ABIFUMO. Perfil da Indústria Brasileira do Fumo, 1996.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. **Coleta de dados de campo relativos a confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade e suporte à manutenção**: NBR 13533. Rio de Janeiro, 1995. 7 p.

BACK, Nelson. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983. 389 p.

_____; FORCELLINI, F. A. **Projeto de produtos**. Notas de aula da disciplina Projeto Conceitual, do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. UFSC, 1996. 137 p.

BERTAPELLI, M. V. **Desenvolvimento do protótipo da semeadora/adubadora por covas**. Florianópolis, 1995. [Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia Mecânica]

BITTENCOURT, G.; BIANCHINI A. V. **A agricultura familiar na região sul do Brasil**. Especialização em Políticas Públicas – LBJ School of Public Affairs/ Universidade do Texas/CEBRAP, Curitiba, 1996.

CATÁLOGO da Indústria de Máquinas Checchi & Magli. Budrio Bologna Itália. 1999.

CASÃO JÚNIOR, R.; YAMAOKA, R. S. Desenvolvimento de semeadora/adubadora direta a tração animal. **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Piracicaba, 1990.

CASTALDO, E. Cardoso. **Desenvolvimento, construção e testes de um picador para coberturas vegetais**. Florianópolis: UFSC, 1999. 118 p. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]

CEPA/SC. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis, 1994.

_____. **Tipificação de estabelecimentos agrícolas**: região oeste de Santa Catarina. Florianópolis, 1994.

_____. **Mercado agrícola**: preços pagos e recebidos pelos agricultores em Santa Catarina. Florianópolis, junho de 1995.

FERREIRA, C. Vasconcellos. **Estimativa de custos de produtos na fase de projeto conceitual**: uma metodologia para seleção da estrutura funcional e da alternativa de solução. Florianópolis: UFSC, 1997. 149 p. [Dissertação de Mes-

trado em Engenharia Mecânica]

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.epagri.rct-sc.br>>. Acessado em 20 fevereiro de 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 1991**: resultados do universo relativos às características da população e dos domicílios. n. 23, Santa Catarina. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **Censos econômicos de 1985**: censo agropecuário. n. 23. Santa Catarina. Rio de Janeiro, 1991.

INSTITUTO de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina – Instituto Cepa/SC. Disponível em: <<http://www.icepa.com.br/>>. Acessado em 20 fevereiro de 2000.

LUCIANO, M. A. **Projeto de uma semeadora/adubadora pelo sistema de covas acoplada ao trator de rabiças**. Florianópolis: UFSC, 1998. 96 p. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]

MARIBONDO, J. F. **Metodologia de projeto de sistema modulares**. Florianópolis: UFSC, 2000. 280 p. [Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica]

_____; BACK, N.; FORCELLINI, F. A. Ferramenta de apoio à fase do projeto conceitual síntese funcional de sistemas modulares. In: **Congresso Nacional em Engenharia Mecânica - CONEM/2000**, Natal/RN, 2000. 8p. p. 2-3.

_____. **Diretrizes para o desenvolvimento de uma metodologia de projeto de sistemas modulares**. COBEM-99. Águas de Lindóia, 22 a 26/nov. 1999.

_____. **“A fundamentação e as perspectivas de projeto de produtos modulares”**. V Congresso de Engenharia Mecânica Norte Nordeste. v. 1, Fortaleza-CE, 1998. p. 86-93.

MAZETTO, G. M. **Desenvolvimento de um sistema modular para mecanização agrícola conservacionista em pequenas propriedades**. UFSC: Florianópolis, 2000. 93 p. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]

METASA, A. S. disponível em: <<http://www.metasa.com.br/implementos/home.asp>>. Acessado em 20 junho de 2000.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas**: arados e grades. Universidade de São Paulo: ESALQ, Piracicaba, 1967.

MOLIN, J. P.; BASHFORD, L. L.; BARGEN, K. V.; LEVITICUS, L. I. **Design and evolution of a punch planter for no-till systems**. ASAE Anual International Meeting. Phoenix, Arizona. 1996.

MUZILLI, O. **O plantio direto no Brasil**. Atualização em Plantio Direto. Campinas: Fundação Cargill, 1995. p. 3-15.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design**. A systematic approach. Springer-Verlag London Limited, Printed in Great Britain, 1996. 544 p.

PATENTE: (1) 4305337; (19) United States Patent; (21) 165348; (22) 02/07/1980; (51) A01C 11/00; (54) Seedling Planter; (76) Armando P. Centofanti, Youngstown, Ohio.

PATENTE: (11) 2435890; (19) FR; (21) 7827015; (22) 15/09/1978; (51) A01C 11/02; (54) Machine agricole tractée pour planter en ligne; (73) Bom Hubert; (74) Cabinet Beau de Loménie, 14, rue Raphael, 13008 Marseille.

PATENTE: (11) 1888143; (19) 6B; 15/11/1932; (51) A01C 11/02; (54) Planting machine; (73) L. Poll.

PATENTE: (11) 2348787; (19) United States Patent Office; (21) 482412; (22) 16/05/1944 (51) A01C 11/02; (54) Planting mechanism; (73) Henry P. Cordes, Tracy, Calif., USA.

PATENTE: (11) 886146; (19) Patente Specification; (22) 03/01/1962; (51) A01C 11/02; (54) Improvements in and relating to Planting Machines; (73) Paul Gerhard Stock, London.

PATENTE: (11) 409497; (19) Exposé D'Invention; (21) 926543; (22) 15/10/66; (51) A01C 11/00; (54) Procédé de repiquage de plants et appareillage pour la mise en oeuvre de procédé.;(73) Ets Grégoire-BessonCie, Montigne-Sur-Moine (Maine-et-loire, France).

PRETEL, D. F. **Desenvolvimento do protótipo de uma máquina modular para o plantio de mudas de cebola**. Florianópolis: UFSC. 1989. 123 p. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]

PUGH S. **Total design integrated methods for successful product engineering**. Addison Wesley Publishing Company, 1991.

PIZZATO, A. **Desenvolvimento de uma sistemática de apoio ao projeto de móveis modulares**. Florianópolis: UFSC, 1998, 164 p. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]

SANTOS, G. J. dos. **Desenvolvimento do protótipo de uma plantadora de mudas de cebola**. Florianópolis: UFSC, 1987, 145 p. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]

SAKURADA, E. Y. **As técnicas de análise de modos de falhas e seus efeitos e análise da árvore de falha no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Florianópolis: UFSC, 2001. 124 p. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]

SECRETARIA de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura de Santa Catarina disponível em: <<http://www.agricultura.sc.gov.br>>. Acessado em 20 fevereiro de 2000.

TRANSPLANTADORA de mudas de fabricação francesa. Disponível em <<http://www.monosem.com/>>. Acessado em fevereiro de 2000.

TRANSPLANTADORA de mudas da empresa Holland Transplanter Co. Disponível em <<http://www.transplanter.com/rotary1.htm>>. Acessado em fevereiro 2000.

TRANSPLANTADORA de mudas da firma italiana Fedele Mario. Disponível em <<http://www.teknet.rgn.it/fedelem/trasplant.htm>>. Acessado em fevereiro de 2000.

VALDIERO, C. **Desenvolvimento e construção do protótipo de um micro-trator articulado**. Florianópolis: UFSC, 1994. 142 p. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]

VEDOATO, R. **Princípios básicos de plantio direto**. Atualização em plantio direto. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 19-28.

WEISS, Augusto. SANTOS, Salete dos. **Diagnóstico da mecanização agrícola existente nas microbacias da região do Tijucas/da Madre**. Fundação do Ensino da Engenharia em Santa Catarina – FEESC . Florianópolis. 1996. 114 p. [Relatório Técnico]

_____. **Desenvolvimento e adequação de implementos para mecanização agrícola nos sistemas conservacionistas em pequenas propriedades**. Florianópolis: UFSC, 1998, 200 p. [Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica]

APÊNDICE A

DESCRIÇÃO DE COMO FORAM OBTIDOS OS VALORES ATRIBUÍDOS ÀS NECESSIDADES DO CONSUMIDOR

A seguir são estabelecidos os valores de cada necessidade do consumidor segundo os próprios consumidores. Com o objetivo de determinar os valores mais próximos da realidade, pois a exigüidade de tempo não permitiu realizar enquetes com os agricultores, usou-se o **Diagrama de Mudge**, que relaciona todas as necessidades duas a duas, estabelecendo qual é mais importante através da atribuição de pesos de importância. Assim, para o projeto em questão, foram construídos dois diagramas: o primeiro compara todas as necessidades, através do Diagrama de Mudge 1 apresentado na Tabela A.1, sem separação entre as necessidades dos clientes internos e externos. O segundo, o Diagrama de Mudge 2 apresentado na Tabela A.2, compara as necessidades dos clientes internos e externos separadamente.

Nos dois Diagramas de Mudge as necessidades dos clientes intermediários foram incluídas nas do interno. Nas análises dos diagramas foram utilizados 3 graus de relação (pouco mais importante, medianamente mais importante e muito mais importante) entre as necessidades.

As Valorações dos Consumidores (VC), utilizadas nos Diagramas de Mudge, foram obtidas transformando as porcentagens (%) de cada necessidade em escala de 1 a 5 (VC1) e de 1 a 10 (VC2). A utilização de uma escala menor de VC foi defendida por Paul & Beitz, por se tratar de avaliação de características pouco detalhadas (necessidades).

A Tabela A.3 apresenta, por ordem de importância, as necessidades dos clientes obtidas nos dois diferentes métodos de valoração, destacando a posição das necessidades dos clientes internos.

Comparando-se os resultados dos Diagramas de Mudge 1 e 2 nota-se que têm classificação similar as necessidades dos clientes externos. O Diagrama de Mudge 2, que avalia separadamente as necessidades dos clientes internos e externos, atribui igual importância aos dois tipos de cliente e proporciona maior relevância às necessidades dos clientes internos, comparados com o Diagrama de Mudge 1.

Apenas os dados da classificação dada pela Tabela A.3 não são suficientes para escolher a melhor valoração, entre os dois diagramas. Sendo assim, será elaborada uma Casa da Qualidade – definição dos requisitos – para cada valoração (VCs dos Diagramas de Mudge 1 e 2), ou seja, serão elaboradas duas Casas da Qualidade, com valorações (VC) distintas.

Tabela A.1 - Classificação das Necessidades dos Clientes segundo o Diagrama de Mudge 1

Funcionalidade										Manutenção					Segurança		Ergonomia					Custos			Manufatura (Cliente Interno)					S	%	CG	VC1	VC2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	15	2.52	13	2	3			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	27	4.53	10	3	6				
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	4	0.67	19	1	1					
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	19	3.19	12	2	4						
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	50	50	50	50	50	29	4.86	8	3	6		
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	60	60	60	60	60	23	3.86	11	3	5			
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	70	70	70	70	70	40	6.71	4	5	9				
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	80	80	80	80	80	19	3.19	12	2	4					
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	90	90	90	90	90	12	2.01	14	2	3						
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	100	100	100	100	100	10	10	10	10	10	12	2.01	14	2	3		
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	110	110	110	110	110	12	2.01	14	2	3								
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	120	120	120	120	120	5	0.84	18	1	1									
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	130	130	130	130	130	2	0.34	20	1	1										
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	140	140	140	140	140	12	2.01	14	2	3											
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	150	150	150	150	150	6	1	17	1	1												
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	160	160	160	160	160	43	7.21	3	5	9													
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	170	170	170	170	170	15	2.52	13	2	3														
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	180	180	180	180	180	19	3.19	12	2	4															
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	190	190	190	190	190	32	5.37	5	4	7																
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	200	200	200	200	200	31	5.2	6	4	7																	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	200	210	210	210	210	210	48	8.06	2	5	10																	
22	23	24	25	26	27	28	29	200	220	220	220	220	220	49	8.22	1	5	10																		
23	24	25	26	27	28	29	200	230	230	230	230	230	28	4.7	9	3	6																			
24	25	26	27	28	29	200	240	240	240	240	240	30	5.03	7	3	6																				
25	26	27	28	29	200	250	250	250	250	250	19	3.19	12	2	4																					
26	27	28	29	200	260	260	260	260	260	9	1.52	15	1	2																						
27	28	29	200	270	270	270	270	270	8	1.34	16	1	2																							
28	29	200	280	280	280	280	20	1	1	1																										
29	200	290	290	290	290	8	1.34	16	1	2																										
Total																													596	100						

VC2	%
1	0,34 - 1,13
2	1,13 - 1,92
3	1,92 - 2,70
4	2,70 - 3,49
5	3,49 - 4,28
6	4,28 - 5,07
7	5,07 - 5,86
8	5,86 - 6,64
9	6,64 - 7,43
10	7,43 - 8,22

VC2	%
1	0,34 - 1,92
2	1,92 - 3,49
3	3,49 - 5,07
4	5,07 - 6,64
5	6,64 - 8,22

Legenda:

- = pouco mais importante (valor 1)
- ◐ = mediantemente mais importante (valor 3)
- ◑ = muito mais importante (valor 5)
- S = somatório
- % = percentagem sobre o total
- CP = classificação parcial
- CG = classificação geral
- VC1 = valor do consumidor (1 a 5)
- VC2 = valor do consumidor (1 a 10)

Tabela A.2 - Classificação das Necessidades dos Clientes segundo o Diagrama de Mudge 2

Funcionalidade											Manutenção				Segurança		Ergonomia				Custos			Manufatura (Cliente Interno)					S	%	(*)	CP	CG	VC1	VC2																										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
				5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
						7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
							8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
								9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
									10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
										11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
											12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
												13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
													14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
														15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
															16	17	18	19	20	21	22	23	24																																						
																16	17	18	19	20	21	22	23	24																																					
																	18	19	20	21	22	23	24																																						
																		19	20	21	22	23	24																																						
																			20	21	22	23	24																																						
																				21	22	23	24																																						
																					22	23	24																																						
																						22	23	24																																					
																							22	23	24																																				
																								22	23	24																																			
																									22	23	24																																		
																										22	23	24																																	
																											22	23	24																																
																												22	23	24																															
																													22	23	24																														
																														22	23	24																													
																															22	23	24																												
																																22	23	24																											
																																	22	23	24																										
																																		22	23	24																									
																																			22	23	24																								
																																				22	23	24																							
																																					22	23	24																						
																																						22	23	24																					
																																							22	23	24																				
																																								22	23	24																			
																																									22	23	24																		
																																										22	23	24																	
																																											22	23	24																
																																												22	23	24															
																																													22	23	24														
																																														22	23	24													
																																															22	23	24												
																																															22	23	24												
																																															22	23	24												
																																															22	23	24												
																																															22	23	24												
																																															22	23	24												
																																															22	23	24												

Tabela A.3 - Ordem de Importância das Necessidades dos Clientes segundo os Diagramas de Mudge 1 e 2

Diagrama de Mudge 1	Diagrama de Mudge 2
1 Apresentar baixo preço de compra	1 Apresentar baixo preço de compra
2 Permitir tempo adequado para alimentar o dosador	1 Apresentar materiais de baixo custo
3 Permitir operação segura	2 Dosar muda adequadamente
4 Dosar muda adequadamente	3 Permitir operação segura
5 Fácil acesso às mudas	3 Permitir tempo adequado para alimentar o dosador
6 Fácil acesso ao dosador	4 Fácil acesso ao dosador
7 Ter baixo consumo de potência	4 Ter baixo consumo de potência
7 Apresentar baixo custo de manutenção	5 Posicionar as mudas verticalmente
8 Apresentar baixo custo de operação	6 Fácil acesso às mudas
9 Posicionar as mudas verticalmente	7 Ser fácil de operar o conjunto
10 Ser fácil de operar o conjunto	8 Apresentar baixo custo de operação
11 Dosar água adequadamente	9 Dosar água adequadamente
12 Dosar adubo adequadamente	10 Utilizar componentes padronizados
12 Permitir o transplante de várias culturas	11 Dosar adubo adequadamente
12 Apresentar boa dirigibilidade	11 Permitir o transplante de várias culturas
12 Apresentar materiais de baixo custo	12 Apresentar baixo custo de manutenção
13 Ser durável	13 Ser durável
13 Ter proteção nas partes móveis	13 Apresentar peças de fácil aquisição
14 Apresentar peças de fácil aquisição	13 Apresentar boa dirigibilidade
14 Ter baixo nível de ruído e vibração	14 Apresentar processo de fabricação de baixo custo
14 Permitir operação em plano inclinado	15 Permitir operação em plano inclinado
15 Apresentar processo de fabricação de baixo custo	16 Ter proteção nas partes móveis
16 Utilizar componentes padronizados	16 Evitar o uso de ferramentas especiais na manutenção
16 Apresentar facilidades de montagem	17 Ter baixo nível de ruído e vibração
17 Evitar o uso de ferramentas especiais na manutenção	18 Apresentar baixo tempo de manutenção
18 Apresentar baixo tempo de manutenção	19 Ser fácil de regular (aterramento)
19 Ser fácil de regular (aterramento)	20 Apresentar tempo entre manutenção longo
20 Apresentar tempo entre manutenção longo	20 Apresentar facilidades de montagem
20 Possuir tolerâncias adequadas ao processo de fabricação	

APÊNDICE B

DESCRIÇÃO DA MISSÃO PRINCIPAL DA TRANSPLANTADORA DE MUDAS E DE SUAS FUNÇÕES

Objetivo do Projeto do Produto: **Desenvolver Máquina Transplantadora de Mudas Modular a ser tracionada por microtrator, destinada aos praticantes da agricultura familiar que cultivam cebola, fumo, repolho e tomate, utilizando mudas produzidas em sistema de bandejas com substrato ou em sistema de hidroponia.**

Missão principal da transplantadora de mudas

A transplantadora de mudas tem por missão principal incorporar adubo ao solo, colocar as mudas de cebola, fumo, repolho e tomate a uma profundidade de 15 a 5 cm abaixo do nível do solo a uma distância entre mudas na linha de 8 até 50 cm colocar terra sobre as mudas mobilizando a menor quantidade de terra possível na operação e pressionar essa terra sobre a muda, fechando o sulco, e irrigar/depositar água no sulco onde as mudas são depositadas durante o processo.

Interpretação técnica da Função Principal: Transplantar Mudas.

Na **Figura A.1** está representada a Função Técnica para transplante de mudas.



Figura A.1 - Função Técnica para o Transplante de Mudas

Para controlar o sistema microtrator mais transplantadora teremos um operador dirigindo o microtrator. Para desenvolver as atividades citadas têm-se entradas e saídas do sistema assim identificadas:

Entradas do Sistema

- **Energia:** a energia que alimenta o sistema é fornecida pela fonte de tração (microtrator), externa ao sistema, e pelo operador que vai conduzir (controlar) o implemento quando estiver em funcionamento.
- **Material:** os materiais envolvidos são: as mudas, o adubo e a água. O solo deve estar preparado para o plantio direto.
- **Sinal:** os sinais envolvidos nessa atividade são compostos pelos sons característicos da atividade e pela inspeção visual da distribuição de mudas, e verificação dos níveis de adubo e água durante o transplante de mudas.

Saídas do Sistema

- **Energia:** a energia aplicada ao sistema resulta em adubo, água e mudas distribuídos em linhas ao longo do terreno e parte dessa energia dissipada na realização de tais operações.
- **Material:** o adubo e a água ficam incorporados ao solo; as mudas ficam distribuídas em determinada distância entre mudas na linha e em determinada profundidade dos sulcos preestabelecidos, dependendo da cultura com que se esteja trabalhando.
- **Sinal:** a inspeção visual do solo é feita pelos operadores e constitui-se de informação que indica a qualidade da função.

A função principal do implemento não pode ser associada a um único portador de efeito, porque são muitas as operações parciais realizadas durante o processo. Por isso, a função principal será desdobrada, mostrando funções parciais e elementares que compõem a função principal do implemento.

Função Parcial

Descrição: preparado o implemento (abastecido), desloca-se sobre o solo com uma estrutura que forma a máquina (une os módulos), e também deve captar potência para o acionamento dos dosadores por meio de um componente que por sua vez toque o solo; deve ter ainda um componente com a função de fechar o sulco e promover uma compactação (pressão) do solo sobre a muda, e mais um componente que lhe permita locomover-se até a lavoura.

Interpretação técnica: esta função deve ser desdobrada em funções elementares **(6, 10, 11, 14, 15, 27, 28)**.

Função Parcial

Descrição: após o ajuste da profundidade de atuação do mecanismo sulcador e do acoplamento do implemento ao microtrator, o implemento percorre o terreno, apoiado no mecanismo de locomoção, dispositivo de corte da palhada e abertura do sulco ao longo do trajeto. Com o mecanismo sulcador o implemento rompe o solo na profundidade estipulada.

Interpretação técnica: não é possível, com um único verbo, interpretar esta função parcial, devendo ser dividida em funções elementares **(16, 18, 22)**.

Função Parcial

Descrição: estocado em um reservatório, o adubo deve ser incorporado ao solo.

Interpretação técnica: não é possível, com um só verbo, incorporar esta função parcial, devendo ser dividida em funções elementares **(3, 7, 19, 23)**.

Função Parcial

Descrição: como o adubo, as mudas ficam num reservatório perto do mecanismo dosador, que deve permitir, através da troca de componentes, variar a quantidade de mudas. O dosador deve ser alimentado manualmente pelo operador.

Interpretação técnica: esta função deve ser desdobrada em funções elementares **(2, 9, 17, 21, 25, 26)**.

Função Parcial

Descrição: depositada num reservatório, a água deve ser incorporada ao solo em quantidades predeterminadas.

Interpretação técnica: não é possível, com um só verbo, incorporar esta função parcial, devendo ser dividida em funções elementares **(4, 8, 20, 24)**.

Função Parcial 1

Descrição: o objetivo desta função é acoplar a fonte de tração ao implemento através de engate rápido.

Interpretação técnica: Acoplar tração.

Função Elementar 2

Descrição: a primeira atividade a ser feita antes de colocar a máquina em funcionamento é colocar as mudas no reservatório.

Interpretação técnica: abastecer o reservatório de mudas.

Função Elementar 3

Descrição: a primeira atividade a ser feita antes de colocar a máquina em funcionamento é colocar adubo no reservatório.

Interpretação técnica: abastecer o reservatório de adubo.

Função Elementar 4

Descrição: a primeira atividade a ser feita antes de colocar a máquina em funcionamento é abastecer o reservatório de água.

Interpretação técnica: abastecer o reservatório de água.

Função Parcial 5

Descrição: regular os componentes ativos que compõem o sistema modular. Esta função é realizada reposicionando os componentes ativos com relação à atividade (tipo de cultura e solo) que a máquina vai desempenhar.

Interpretação técnica: regular subconjuntos.

Função Elementar 6

Descrição: para funcionar, esse mecanismo de locomoção exige auxílio de mecanismo para ativar e desativar o modo *locomoção*.

Interpretação técnica: acionar deslocamento.

Função Elementar 7

Descrição: o reservatório deve ter capacidade de reservar o adubo por maior período de tempo possível. Para evitar paradas freqüentes em paralelo, esse adubo deve ser dosado e conduzido até o solo.

Interpretação técnica: reservar adubo.

Função Elementar 8

Descrição: o reservatório deve ter capacidade de reservar a água por maior período de tempo possível, o que evita paradas frequentes; em paralelo, esta água deve ser dosada e conduzida até o solo.

Interpretação técnica: reservar água.

Função Elementar 9

Descrição: durante a atividade do transplante, as mudas contidas no reservatório são colocadas no dosadar e conduzidas até o solo.

Interpretação técnica: reservar mudas.

Função Elementar 10

Descrição: a potência necessária para acionar os dosadores é proveniente de componente que tem movimento e com isso essa energia e sincronismo são transmitidos ao dosador por meio de componentes adequados.

Interpretação técnica: captar potência.

Função Elementar 11

Descrição: para chegar à lavoura e para fazer as viradas de cabeceira, a transplantadora necessitará locomover-se de forma que seus componentes de transplante (componentes ativos) não toquem o solo; para isso, terá auxílio de um mecanismo de locomoção.

Interpretação técnica: dar mobilidade.

Função Parcial 12

Descrição: durante a realização da função principal, o operador do microtrator segue sentado segurando nas guias (guidão), manobrando o microtrator. O implemento é conduzido através da área a ser trabalhada e sua direção é controlada aplicando-se força nas guias (guidão) do microtrator e controlando a velocidade e o torque da fonte de tração.

Interpretação técnica: imprimir direção.

Função Parcial 13

Descrição: deve haver um componente que permita limitar a profundidade de abertura do sulco de maneira adequada à cultura com que se está trabalhando.

Interpretação técnica: limitar profundidade.

Função Elementar 14

Descrição: para que se transmita a energia captada aos componentes móveis será necessário usar componentes de transmissão, transformação e variação dessa energia.

Interpretação técnica: transmitir energia.

Função Elementar 15

Descrição: para unir todas essas partes (módulos) e dar forma a essa máquina será necessário que os módulos tenham uma forma de fixação entre si ou se use um chassi.

Interpretação técnica: unir partes.

Função Elementar 16

Descrição: A palhada que está sobre o solo não deve ser removida; por isso deve haver um mecanismo que abra (corte, separe) essa palhada, antes da passagem dos mecanismos para romper e conter o solo.

Interpretação técnica: cortar palhada.

Função Elementar 17

Descrição: durante a realização da função o operador do implemento segue sentado e alimentando manualmente o mecanismo dosador de mudas. A velocidade de dosagem de mudas depende da cultura que se está transplantando, dentro de certos limites.

Interpretação técnica: alimentar o dosador.

Função Elementar 18

Descrição: O deslocamento do implemento faz com que os mecanismos para o rompimento do solo ocorram de forma contínua e na profundidade ajustada anteriormente.

Interpretação técnica: romper solo.

Função Elementar 19

Descrição: o adubo que está no reservatório é dosado através do dispositivo dosador de adubo. O dosador deve permitir uma regulação, para variar a quantidade de adubo depositada conforme o solo ou tipo de cultura.

Interpretação técnica: dosar adubo.

Função Elementar 20

Descrição: a água depositada no reservatório é dosada em quantidades adequadas à cultura e ao tipo de solo para proporcionar a pega da muda. Esse componente deve permitir a regulação da quantidade de água a ser depositada.

Interpretação técnica: dosar água.

Função Elementar 21

Descrição: para dosar as mudas deve haver um mecanismo que receba as mudas do operador e as distribua no solo em distância e profundidade preestabelecidas.

Interpretação técnica: dosar mudas.

Função Elementar 22

Descrição: um mecanismo para abrir o sulco e conter o solo para que a muda seja colocada de forma contínua e na profundidade pré-ajustada.

Interpretação técnica: conter solo.

Função Elementar 23

Descrição: disposto imediatamente após o mecanismo de corte do solo, este sulcador é responsável pela deposição do adubo, abrindo um sulco e conduzindo o adubo por meio de um duto fixado na sua parte posterior.

Interpretação técnica: conduzir adubo.

Função Elementar 24

Descrição: uma vez dosada, a água deve ser conduzida até o sulco onde está a muda por meio de um componente condutor.

Interpretação técnica: conduzir água.

Função Elementar 25

Descrição: as mudas são conduzidas até solo imediatamente após o adubo, no mesmo sulco, mas em profundidade diferente. Essa função de condução da muda ao sulco exige uniformidade para que elas não fiquem em contato com o adubo, o que poderia danificá-las.

Interpretação técnica: conduzir mudas.

Função Elementar 26

Descrição: as mudas são conduzidas até solo e posicionadas verticalmente no sulco.

Interpretação técnica: posicionar mudas.

Função Elementar 27

Descrição: o solo que foi removido com a abertura do sulco é colocado sobre as mudas para fechá-lo.

Interpretação técnica: colocar solo (sobre as mudas).

Função Elementar 28

Descrição: o solo que foi colocado sobre as mudas para fechar o sulco é pressionado, promovendo a fixação e a pega das mudas.

Interpretação técnica: pressionar solo (sobre as mudas).

Função Elementar 29

Descrição: após a máquina ter realizado todas as suas funções, as mudas estarão distribuídas em linhas ao longo do terreno, ou seja, a atividade do transplante de mudas está encerrada.

Interpretação técnica: muda fixada.

APÊNDICE C

TERMINOLOGIA BÁSICA DE APOIO A SISTEMATIZAÇÃO DE ESTRUTURAS FUNCIONAIS

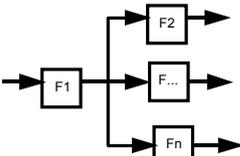
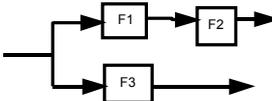
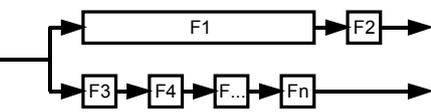
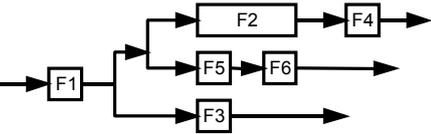
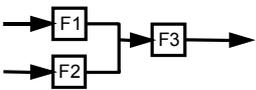
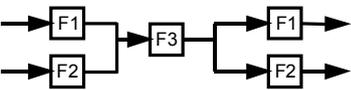
Recomendações de auxílio à composição das estruturas funcionais	Representações gráficas das recomendações
Uma função (F1) está em série com uma função (F2) e com outras funções (F3), (F4),..., (Fn).	
Uma função (F1) está em série com uma função (F2) e em paralelo com uma função (F3).	
Uma função (F1) está em série com uma função (F2) e em paralelo com duas ou mais funções (F3, F4, ..., Fn).	
Uma função (F1) está em série com uma função (F2) e com uma função (F3) e, a função (F2) está em série com uma função (F4) e em paralelo com uma função (F5) e com uma função (F6).	
Dois funções (F1) e (F2) estão em série com uma função (F3).	
Dois funções (F1) e (F2) estão em série com uma função (F3) e esta função (F3) está em série com uma função (F4) e com uma função (F5).	
<p>A cada alternativa de estrutura funcional criada a partir da eliminação de uma função ou de um conjunto de funções ou mesmo da união de duas ou mais funções numa única função ou, ainda, pela duplicação de funções, o usuário deve efetuar comentários sobre os possíveis resultados destas alterações na concretização do projeto em estudo. Em outras palavras, deve-se mencionar se tais alterações vão influenciar nos custos finais do sistema, no número de módulos ou componentes do sistema, no tipo de produção, entre outros, pois tais comentários servirão, posteriormente, para auxiliá-lo na escolha da estrutura funcional alternativa mais adequada à solução do problema de projeto.</p>	
<p>De posse de todas estas informações, passa-se a apresentar as representações gráficas das estruturas funcionais de cada variante da função global do sistema modular.</p> <p>Inicialmente, deve-se estabelecer uma estrutura básica para cada variante, ou seja, uma estrutura funcional que possa ser rearranjada de várias maneiras visando atender a missão principal de cada variante da função global do sistema modular, sempre tendo em mente os grupos de desejos e necessidades que geraram tais variantes.</p> <p>Para tanto, deve-se posicionar todos os blocos obedecendo os arranjos estabelecidos anteriormente (em série e/ou em paralelo). Em seguida, delimitar a fronteira do sistema (usar linha pontilhada), a qual deve envolver todas as funções estabelecidas. Posteriormente, inserir as linhas de fluxo do sistema (energias, materiais e sinais). Primeiro os materiais, em seguida a energia e, por fim, os sinais.</p> <p>Neste momento é importante revisar as caracterizações estabelecidas para cada função de cada variante do sistema modular, a fim de saber o que realmente entra e o que sai em cada função estabelecida.</p> <p>Por último, o uso de cores é fator que dá maior visibilidade ao fluxo. Assim, deve-se usar a cor verde para representar entradas e saídas de materiais; a cor azul para representar fluidos ou líquidos; a cor vermelha para representar rejeitos ou perda de materiais e/ou energia; a cor preta para representar a entrada de energia e uma outra cor para representar o retorno ou "looping" de alguma ação.</p> <p>Muitas vezes é necessário, também, usar blocos contendo um número no seu interior, destinado a representar as funções estabelecidas. Este procedimento melhora a visibilidade da estrutura funcional e, conseqüentemente, a visualização da concepção não física do problema de projeto.</p>	

Figura C.1 - Recomendações de Auxílio à Composição das Estruturas Funcionais

APÊNDICE D

RECOMENDAÇÕES PARA ESTABELECEER E CLASSIFICAR OS MÓDULOS FUNCIONAIS

Para estabelecer e classificar os módulos funcionais, a equipe de projeto deve apoiar-se no documento de auxílio ao estabelecimento das funções iguais, parcialmente iguais, semanticamente iguais em cada uma das alternativas de estruturas funcionais de cada variante da função global (Figura D.1); das recomendações para estabelecimento e apresentação dos módulos funcionais (Figura D.2); da **Regra D.1** de auxílio à classificação dos módulos funcionais.

Assim sendo, **funções iguais** compreendem aquelas funções com relações de entrada e saída, denominações e restrições iguais.

Funções parcialmente iguais compreendem aquelas funções com relações de entrada e saída e denominações iguais e restrições diferentes.

Funções semanticamente iguais compreendem aquelas funções que só são iguais na denominação, mas diferentes nas relações de entrada e saída e restrições.

Funções diferentes compreendem aquelas funções com relações de entrada e saída, denominações e restrições diferentes.

Lista de funções estabelecidas nas alternativas de estruturas funcionais	Código das funções em cada variante da função global do sistema modular				Situação das funções analisadas entre as estruturas funcionais que compõem o sistema modular				Observações
	Variante 1	Variante 2	Variante ...	Variante n	Iguais	Parcialmente iguais	Semanticamente iguais	Diferentes	

Figura D.1 - Documento de auxílio ao estabelecimento das funções iguais, parcialmente iguais, semanticamente iguais e diferentes em cada uma das alternativas de estruturas funcionais de cada variante da função global do sistema modular (FERRAMENTA 5) (Maribondo 2000)

ORDEM	RECOMENDAÇÕES PARA O ESTABELECIMENTO E APRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS FUNCIONAIS DO SISTEMA MODULAR
1	Agrupar o máximo de funções por módulo a fim de reduzir o número de módulos funcionais do sistema modular.
2	Estabelecer uma função como módulo quando esta for elo de ligação entre duas ou mais funções ou grupos de funções ou, ainda, quando ela sozinha puder implementar uma das soluções para o grupo de desejos e necessidades do problema de projeto.
3	Estabelecer a função ou grupo de funções como módulo, quando as relações de entrada, saída e restrições desta função ou grupo de funções forem compatíveis com as demais relações de entrada, saída e restrições das funções ou grupos de funções a unir ou a se combinar.
4	Classifique o módulo funcional em básico, auxiliar, especial e adaptativo conforme a Regra D.1 .
5	Por fim, faça uma tabela informando o nome do módulo, sua classificação, seu código, a função ou as funções que o compõe, os códigos de cada função e as possibilidades de interfaceamento deste módulo com os demais.

Figura D.2 - Recomendações para estabelecer e apresentar os módulos funcionais do sistema modular (FERRAMENTA 5) (Maribondo 2000)

Regra D.1 - Classificação dos módulos funcionais do sistema modular

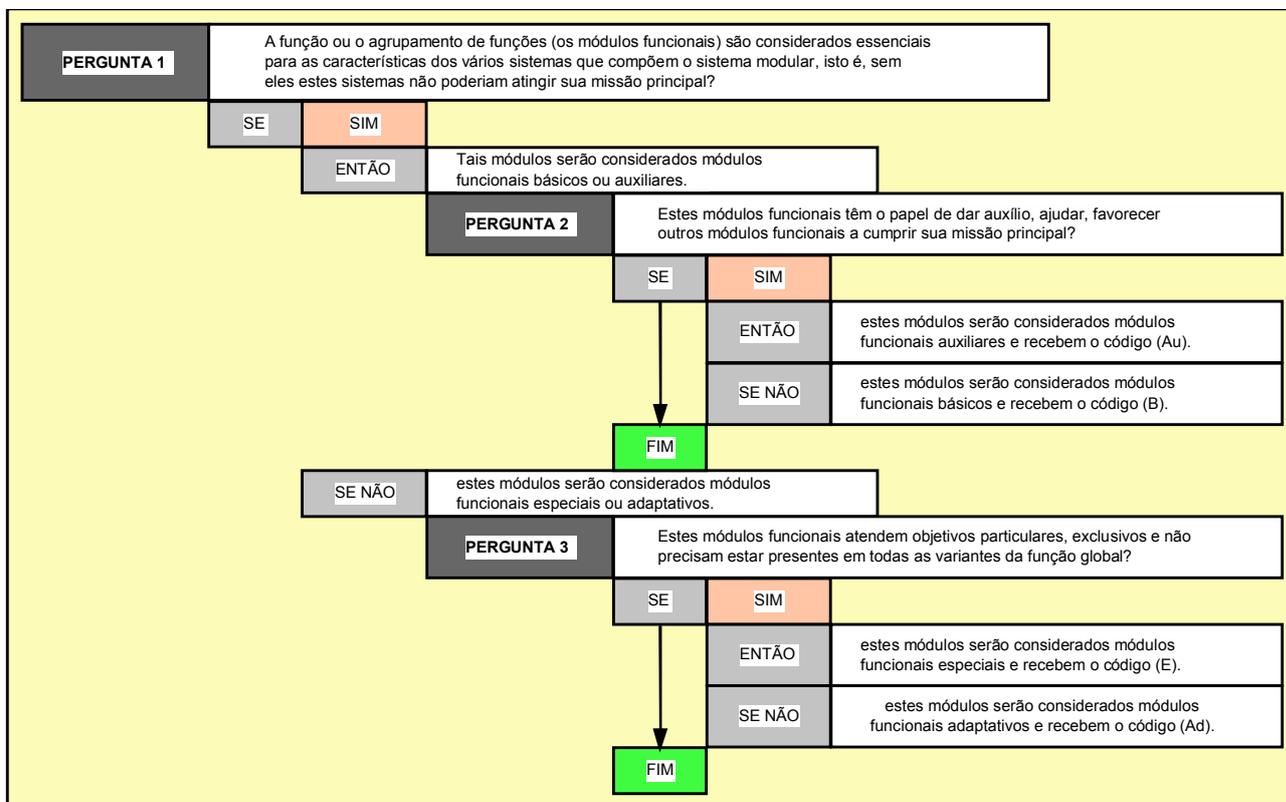


Figura D.3 - Recomendações para o auxílio à classificação dos módulos funcionais

APÊNDICE E

CRITÉRIOS DE INTERFECEAMENTO

Tabela E1 - Critérios de Interfaceamento para os Princípios de Solução dos Módulos

M.C. ¹	P.S.M.C ²	Critérios gerais de interfaceamento	Critérios especiais de interfaceamento a atender	Recomendações de projeto baseados nestes critérios de interfaceamento
E 1	E1.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Disco cortante)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir. Deve-se prever formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o desempenho dessa função (embuchamento).
			Geometria	O princípio de solução deve apresentar superfície cortante
			Formas físicas	Usar estruturas físicas padrão e disponíveis no mercado
			Acabamentos, ajustes e tolerâncias	Prever acabamentos, ajustes e tolerâncias adequados a estruturas metálicas, proteções e mecanismos funcionais auxiliares
			Arranjos	Esse mecanismo deve ser posicionado de modo a ser o primeiro a passar no solo e abrir caminho para os próximos.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo ao próximo ou em posição que seja ele o primeiro a tocar o solo.
E 2	E2.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Adubar)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o desempenho dessa função (embuchamento).
			Geometria	O princípio de solução deve apresentar superfície cortante
			Formas físicas	Usar estruturas físicas padrões e disponíveis no mercado.
			Acabamentos, ajustes e tolerâncias	Prever acabamentos, ajustes e tolerâncias adequados a estruturas metálicas, proteções e mecanismos funcionais auxiliares
			Arranjos	Esse mecanismo deve ser posicionado na estrutura de modo a primeiro passar no solo e abrir caminho para os próximos.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo ao próximo ou em posição que ele não torne o equipamento mais longo.

¹ Módulos Construtivos

² Princípio de Solução para o Módulo Construtivo

Continuação

E 3	E3.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Reservar Água 1)	Energia	Energia humana para abastecer e mecânica para transportar.
			Materiais	Vários materiais a unir. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o nível de água no reservatório.
			Geometria	Apresentar forma física adequada ao local disponível entre os outros componentes do sistema e a fonte de potência.
			Formas físicas	Usar forma física padrão e disponível no mercado.
			Arranjos	Posicionar esse mecanismo na estrutura de forma a não torná-la mais longa.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo ao próximo em posição que não torne o sistema mais longo.
E 3	E3.2	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Reservar Água 2)	Energia	Energia humana para abastecer e mecânica para transportar.
			Materiais	Vários materiais a unir. Prover formas de uniões e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o nível de água no reservatório.
			Geometria	Apresentar forma física adequada ao local disponível entre os outros componentes do sistema e a fonte de potência.
			Formas físicas	Usar forma física específica para a situação em análise.
			Arranjos	Posicionar esse mecanismo na estrutura de forma a não torná-la mais longa.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo ao próximo em posição que não torne o sistema mais longo.
E 4	E 4.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Dosar Água 1)	Energia	Energia gravitacional
			Materiais	Vários materiais a unir. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente se está dosando água.
			Geometria	Apresentar forma física flexível adequada ao local disponível entre os outros componentes do sistema.
			Formas físicas	Usar forma física flexível e padrão e disponível no mercado
			Arranjos	Posicionar esses elementos na estrutura de forma a não exigir suportes especiais.
			Número de partes a unir	Fixar este mecanismo sub os outros ou na estrutura.

Continuação

B 1	B 1.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Colocar muda na terra)	Energia	Energia mecânica para dosar e posicionar as mudas, e gravitacional para conduzir.
			Materiais	Vários materiais a unir. Prover formas de uniões e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o enchimento do dosador.
			Geometria	Este princípio de solução é formado de uma forma física cilíndrica e rotativa que deve ser provido de dispositivo de segurança.
			Formas físicas	Forma física cilíndrica com dosador cilíndrico.
			Arranjos	A posição desse mecanismo na estrutura deve ser de forma estratégica ao acesso.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo ao próximo em posição estratégica de acesso facilitado.
B 1	B 1.2	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Colocar muda na terra)	Energia	Usar energia mecânica para dosar e posicionar as mudas, e gravitacional para conduzir.
			Materiais	Para este princípio de solução existem materiais a unir. Deve-se prover formas de uniões e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o enchimento do dosador.
			Geometria	Este princípio de solução é formado de uma forma física cilíndrica e rotativa que deve ser provido dispositivo de segurança.
			Formas físicas	Forma física cilíndrica com dosador cônico.
			Arranjos	A posição desse mecanismo na estrutura deve ser de forma estratégica ao acesso.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo ao próximo ou em posição estratégica de acesso facilitado
Au 1	Au 1.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Cinzel)	Energia	Usar energia mecânica de rompimento
			Materiais	Vários materiais a unir. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente se não está ocorrendo o embuchamento.
			Geometria	Apresenta arestas cortantes.
			Formas físicas	Forma física retangular e arqueada com aresta cortante intercambiável.
			Arranjos	Posicionar esse mecanismo na estrutura logo após o mecanismo de corte da palhada.
			Número de partes a unir	Esse mecanismo deve ser unido ao próximo de forma a tocar o solo imediatamente após o disco de corte.

Continuação

Au 2	Au 2.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Bandeja 1)	Energia	Usar energia mecânica para locomoção.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente quando está na hora de reabastecer o reservatório.
			Formas físicas	Forma física retangular no formato padrão das bandejas.
			Arranjos	A posição desse mecanismo na estrutura deve ser colocado sobre o dosador com acesso facilitado ao operador.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo ao próximo de modo a ficar perto do operador do dosador.
Au 2	Au 2.2	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (Caixa 1)	Energia	Usar da energia mecânica para locomoção.
			Materiais	Para este princípio de solução existem materiais a unir e posicionar. Deve-se prover formas de uniões e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente quando está na hora de reabastecer o reservatório.
			Formas físicas	Caixa quadrada com as mudas depositadas no seu interior.
			Arranjos	Posição: colocar esse mecanismo próximo ao dosador para facilitar o acesso
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo ao próximo ou de modo a ficar perto do operador do dosador.
Au 3	Au 3.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (manual)	Energia	Energia humana.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar (banco). Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente quando é hora de colocar a muda no dosador.
			Formas físicas	Forma física a mão humana pegando a muda.
			Arranjos	O operador deve ter acesso facilitado ao dosador e ao reservatório de mudas.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo (banco) próximo ou de forma a ficar perto do dosador e do reservatório.

Continuação

Au 4	Au4.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (roda)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente como está a fixação das mudas.
			Formas físicas	Uma roda cilíndrica metálica com abas inclinadas.
			Arranjos	Essas rodas devem ser o último elemento a tocar o solo; contato deve ser o final da estrutura.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo de forma a ser o último elemento da estrutura.
Au 4	Au4.2	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (roda borracha)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente como está a fixação das mudas.
			Formas físicas	Uma roda cilíndrica de borracha.
			Arranjos	Essas rodas devem ser o último elemento a tocar o solo; o contato deve ser o final da estrutura.
			Número de partes a unir	Unir este mecanismo de forma a ser o último elemento da estrutura.
Au 5	Au 5.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (roda captadora)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de uniões e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente a transmissão de movimento.
			Formas físicas	Roda dentada acoplada à roda captadora de potência especial
			Arranjos	Essa roda deve tocar o solo de forma a transmitir o movimento devido ao deslocamento da máquina.
			Número de partes a unir	Unir roda dentada ao dosador de adubo, muda e água por meio de corrente para transmitir a energia.
Au 5	Au 5.2	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (roda fechadora do sulco)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente a transmissão de movimento.
			Formas físicas	Roda dentada acoplada à roda de fechamento do sulco.
			Arranjos	Essa roda deve tocar o solo de forma a transmitir o movimento devido ao deslocamento da máquina.
			Número de partes a unir	Unir roda dentada ao dosador de adubo, muda e água por meio de corrente para transmitir a energia e promover o acionamento.

Continuação

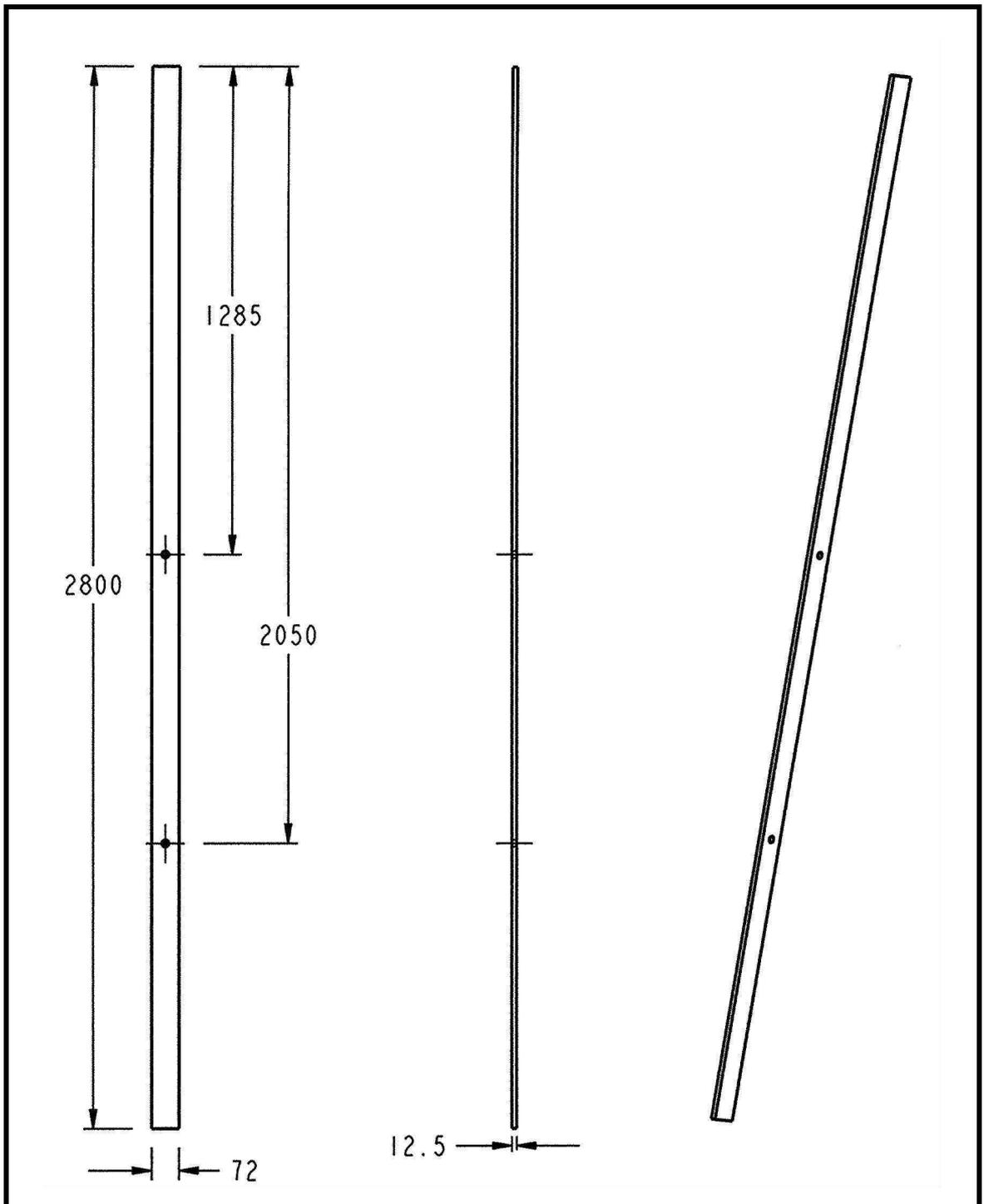
Au 5	Au 5.3	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (roda de deslocamento)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente a transmissão de movimento.
			Formas físicas	Roda dentada acoplada à roda de locomoção.
			Arranjos	Essa roda deve tocar o solo de forma a transmitir o movimento devido ao deslocamento da máquina.
		Número de partes a unir	Unir roda dentada ao dosador de adubo, muda e água por meio de corrente de forma a transmitir a energia e promover o acionamento.	
Au 6	Au 6.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (roda de deslocamento)	Energia	Energia humana e mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente a hora da virada de cabeceira ou em situação de emergência.
			Formas físicas	Dois rodas pneumáticas acopladas por eixo para promover a locomoção.
			Arranjos	Essas rodas devem tocar o solo uma de cada lado da estrutura e suspendê-la quando estiver no modo locomoção.
		Número de partes a unir	Unir esse eixo sob a estrutura do sistema de modo a promover a estabilidade e fácil acionamento do modo locomoção.	
Au 6	Au 6.2	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (roda de deslocamento)	Energia	Energia humana e mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Deve-se prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente a hora da virada de cabeceira ou em situação de emergência.
			Formas físicas	Dois rodas de metal acopladas por eixo para promover a locomoção.
			Arranjos	Essas rodas devem tocar o solo uma de cada lado da estrutura e suspendê-la quando estiver no modo locomoção.
		Número de partes a unir	Unir esse eixo sob a estrutura do sistema de modo a promover a estabilidade e fácil acionamento do modo locomoção.	

Continuação

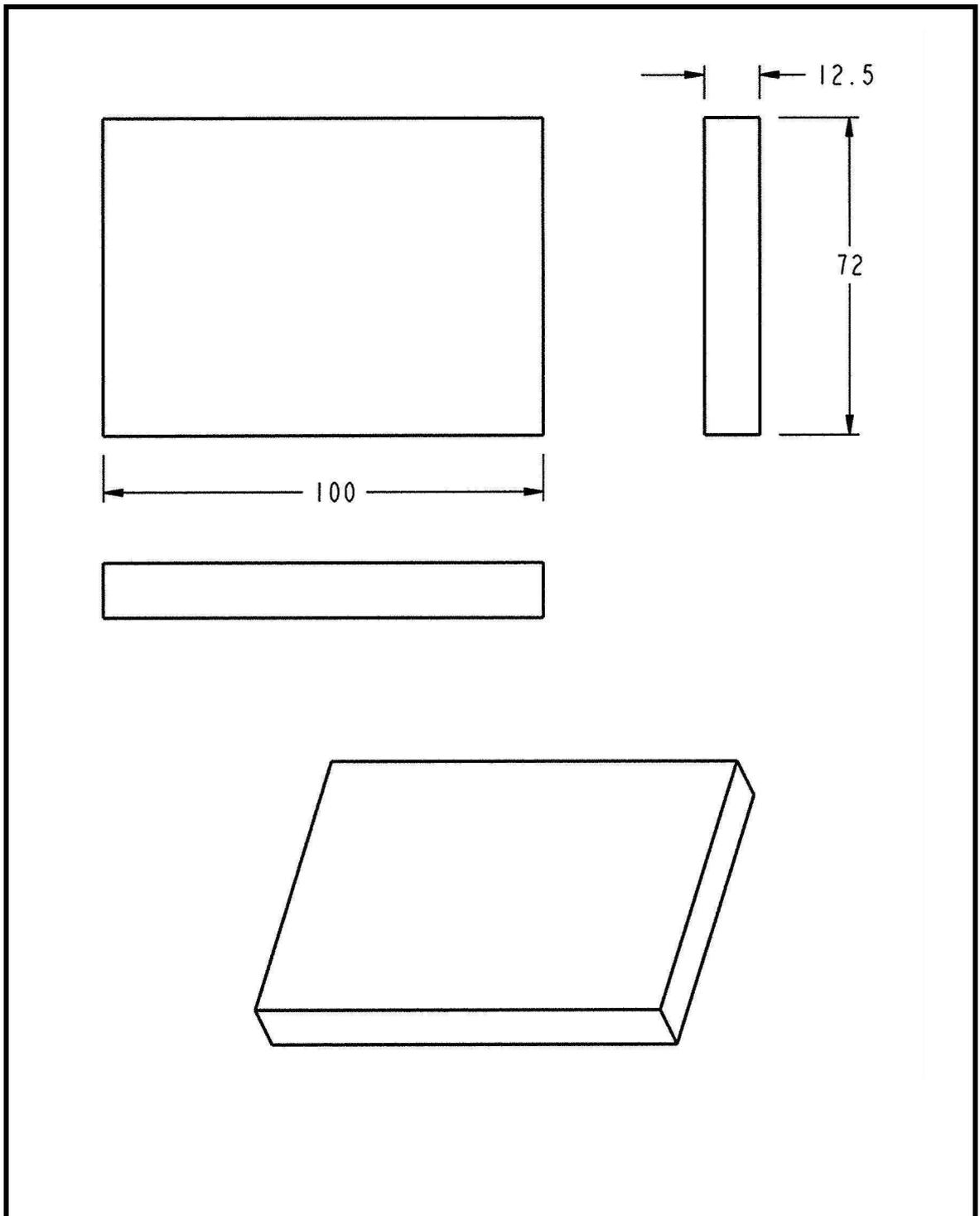
Au 7	Au 7.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (roda de deslocamento)	Energia	Energia humana.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente a hora da viradas de cabeceira e manobras de percurso.
			Formas físicas	Um banco de altura regulável e ajuste longitudinal variável.
			Arranjos	A posição do banco deve permitir acesso do operador às rabiças e ter visão do terreno.
			Número de partes a unir	Unir o banco à estrutura deixando o operador em posição ergonômica.
Au 8	Au 8.1	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (duas ripas)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o desprendimento (frouxamente) de algum módulo.
			Formas físicas	Dois chapas metálicas retangulares em torno de 100 mm de largura por 2400 mm de comprimento.
			Arranjos	Dois chapas metálicas paralelas distantes uma da outra em torno de 110 mm e 2400 mm de comprimento.
			Número de partes a unir	Unir o banco à estrutura deixando o operador em posição ergonômica.
Au 8	Au 8.2	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (dois tubos)	Energia	Energia mecânica
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o desprendimento (frouxamente) de algum módulo.
			Formas físicas	Dois tubos metálicos de diâmetro externo em torno de 50 mm por 2400 mm de comprimento.
			Arranjos	Dois tubos metálicos paralelos distantes um do outro em torno de 110 mm e 2400 mm de comprimento.
			Número de partes a unir	Unir o banco à estrutura deixando o operador em posição ergonômica.
Au 8	Au 8.3	Similaridade entre as estruturas físicas e funcionais estabelecidas para o sistema modular (dois perfis)	Energia	Energia mecânica.
			Materiais	Vários materiais a unir e posicionar. Prover formas de união e ferramentas manuais necessárias a esta operação.
			Sinais	Identificar visualmente o desprendimento (frouxamente) de algum módulo.
			Formas físicas	Dois perfis “U” metálicos de 50 x 100 mm de 2400 mm de comprimento.
			Arranjos	Dois perfis “U” metálicos paralelos distantes um do outro em torno de 110 mm e 2400 mm de comprimento.
			Número de partes a unir	Unir o banco à estrutura deixando o operador em posição ergonômica.

ANEXO A

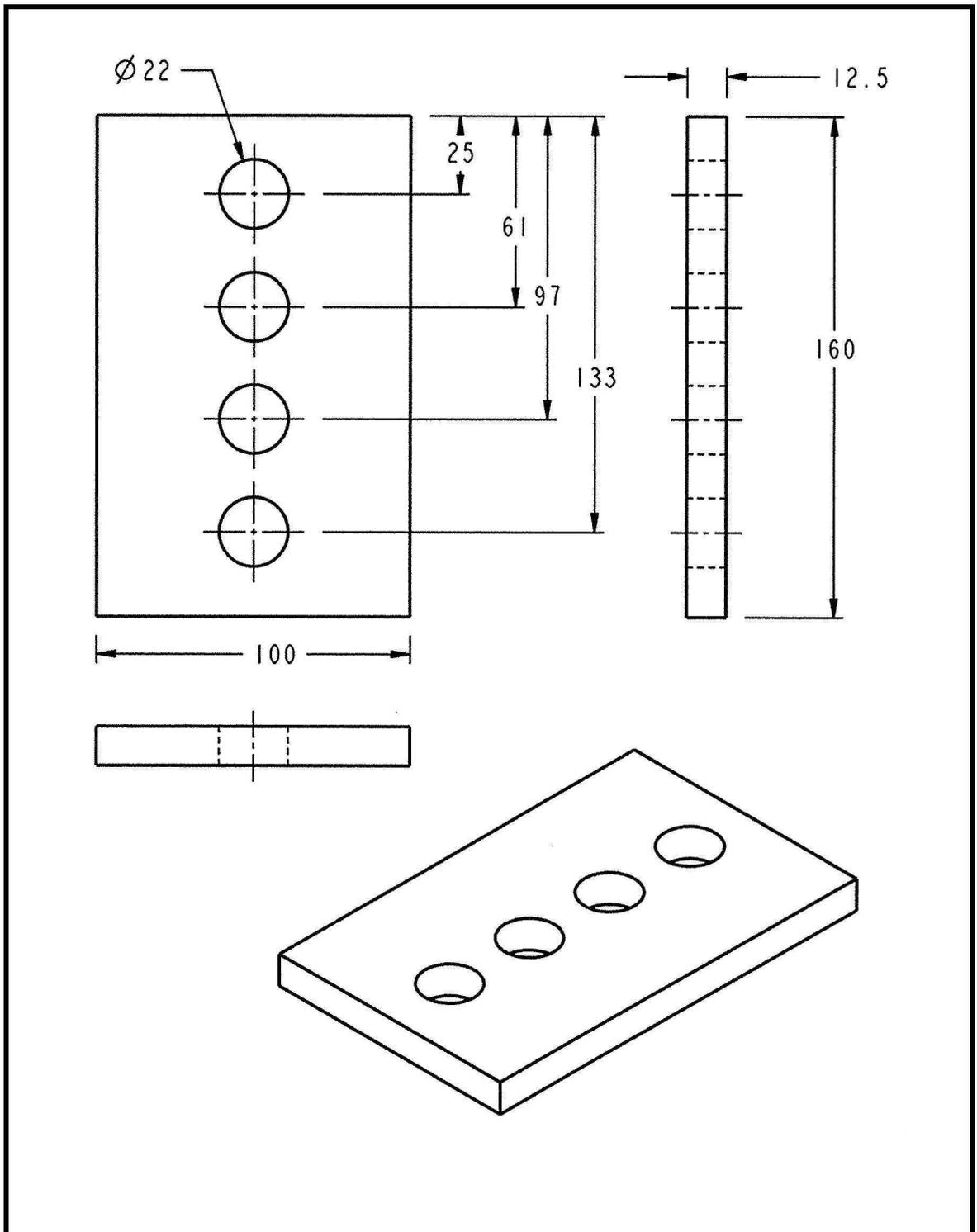
DESENHOS DOS MÓDULOS CONSTRUTIVOS DO PROTÓTIPO



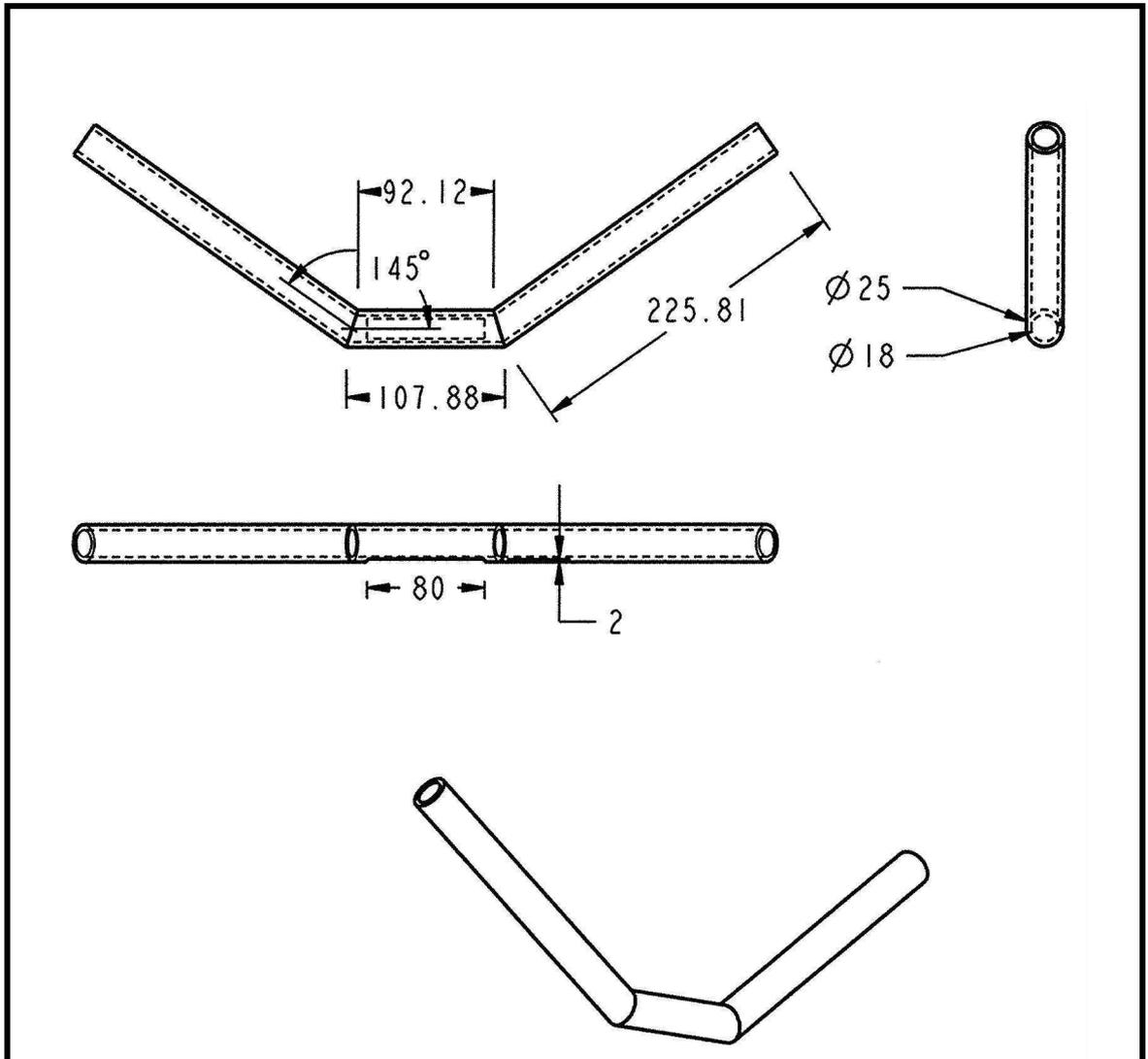
01	Barra chata lateral do chassi	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-8		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC Au-8.1
		DATA	11/01	ESCALA	3:50
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



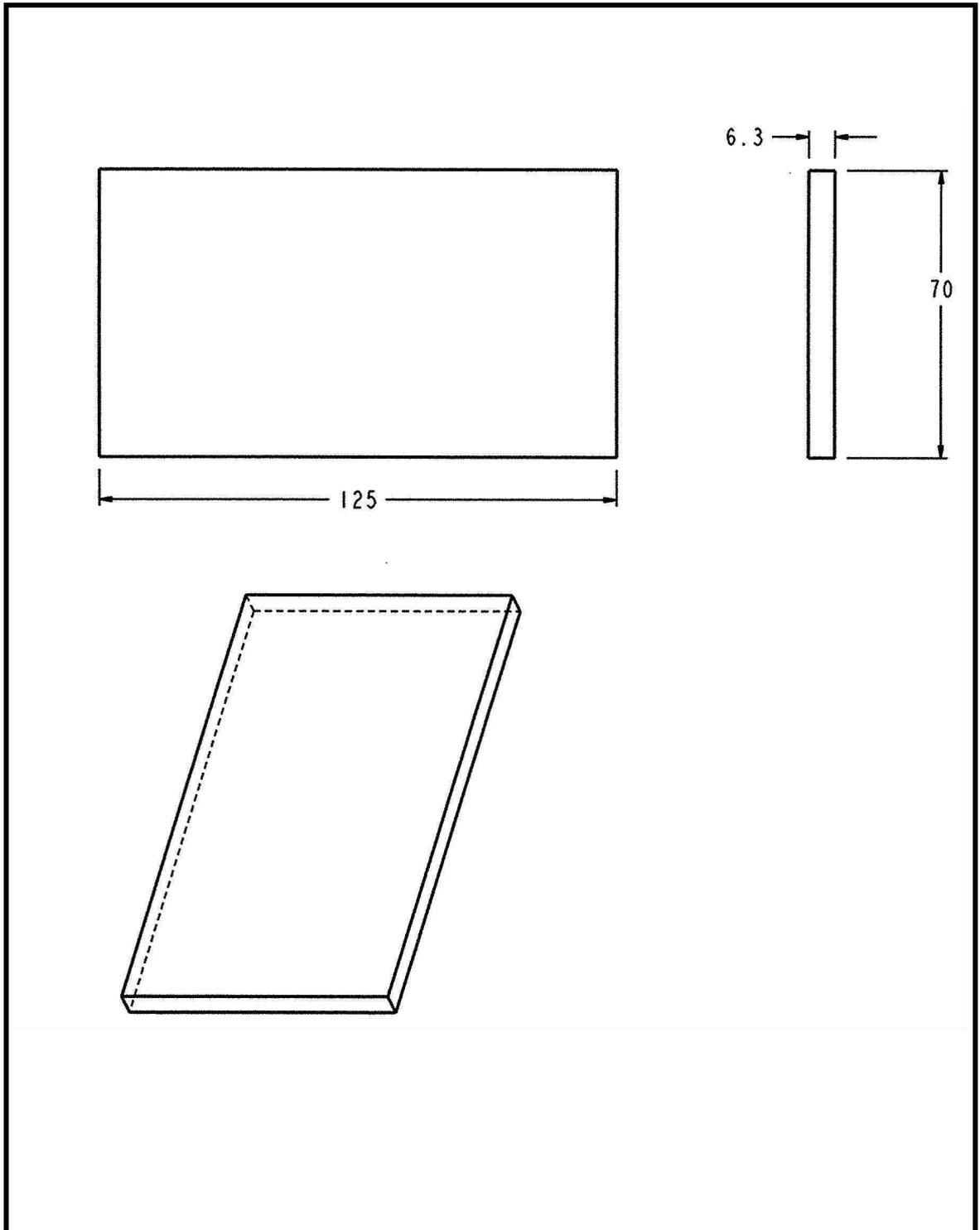
02	União das laterais do chassi	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-8		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-8.2
		DATA	11/01	ESCALA	7:10
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



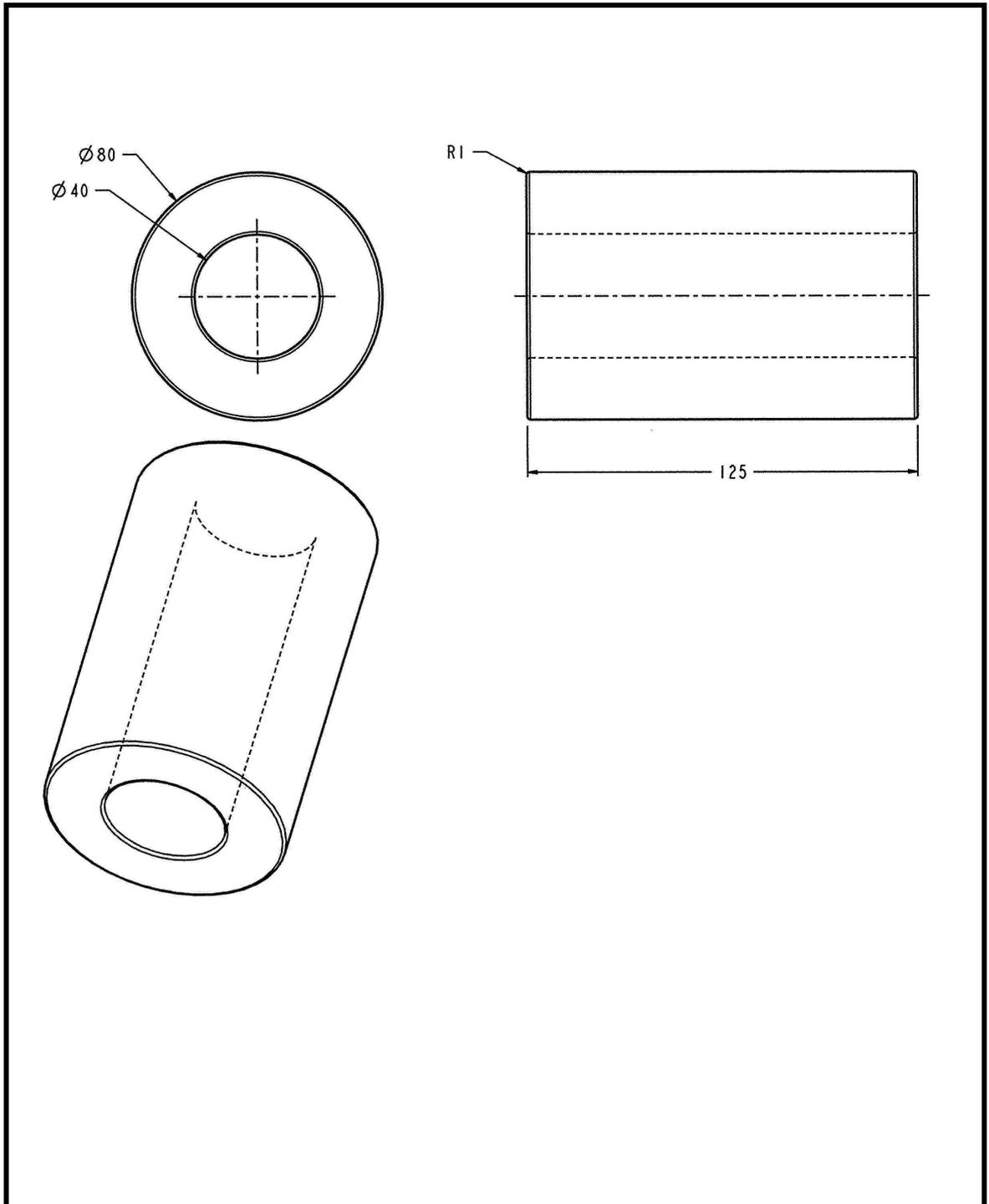
03	União frontal do chassi	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-8		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-8.3
		DATA	11/01	ESCALA	1:2
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



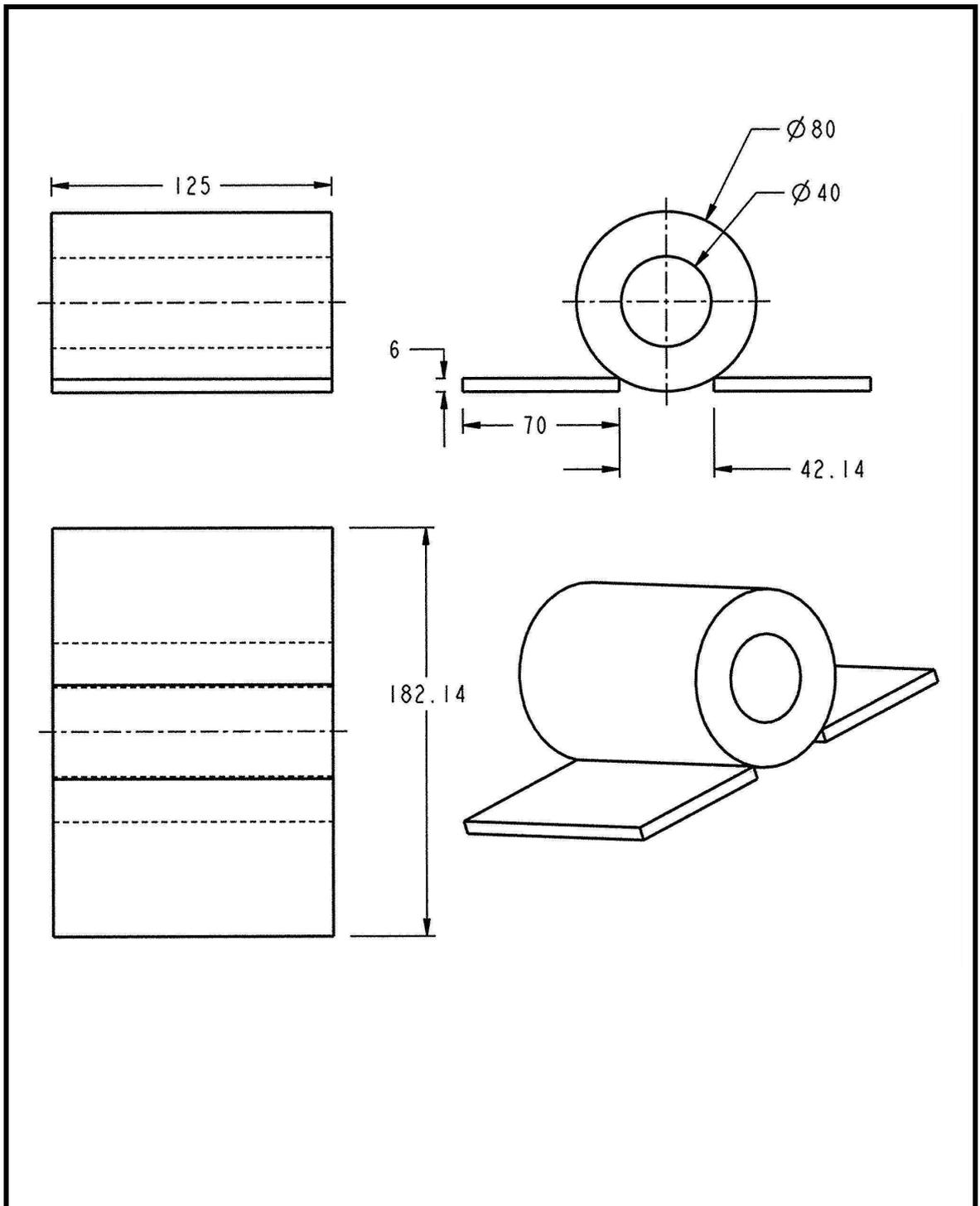
04	Manopla	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-8		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-8.4
		DATA	11/01	ESCALA	1:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



05	Bucha de fixação da sist. locomoção	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC — ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-8		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC Au-8.5
		DATA	11/01	ESCALA	1:1
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE

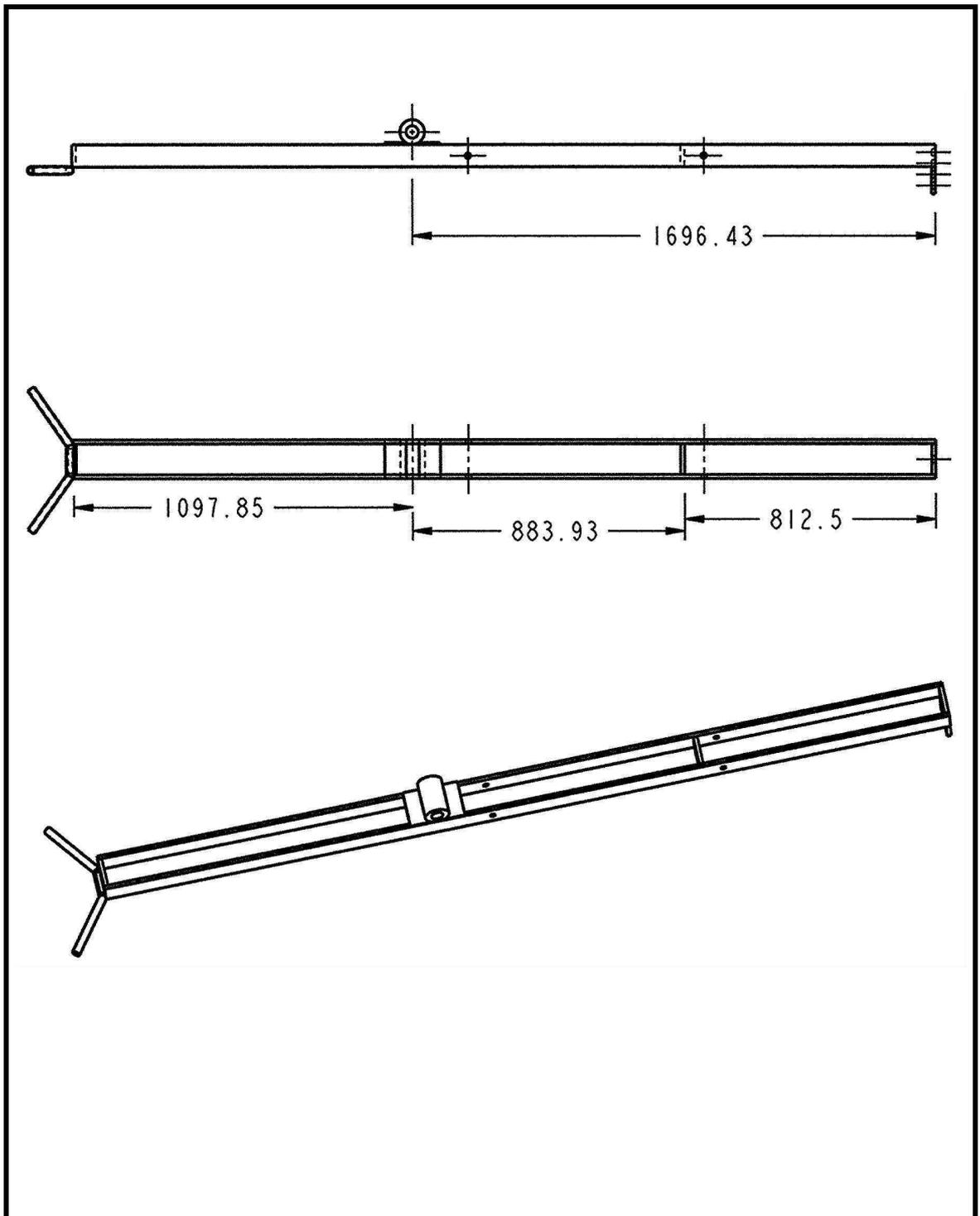


06	Bucha de fixação da sist. locomoção	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-8		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-8.5
		DATA	11/01	ESCALA	1:1
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE

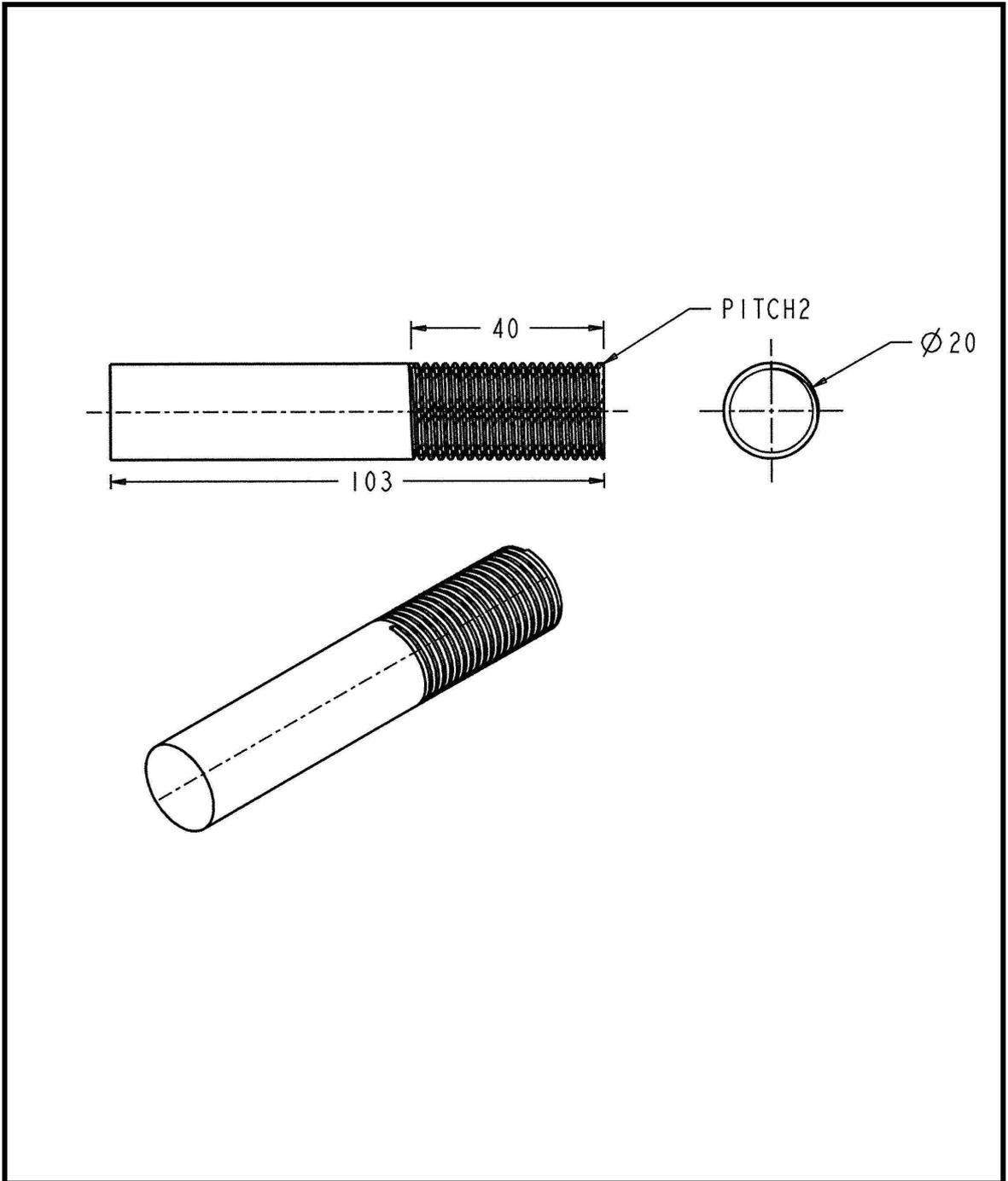


07	Bucha de fixação da sist. locomoção	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

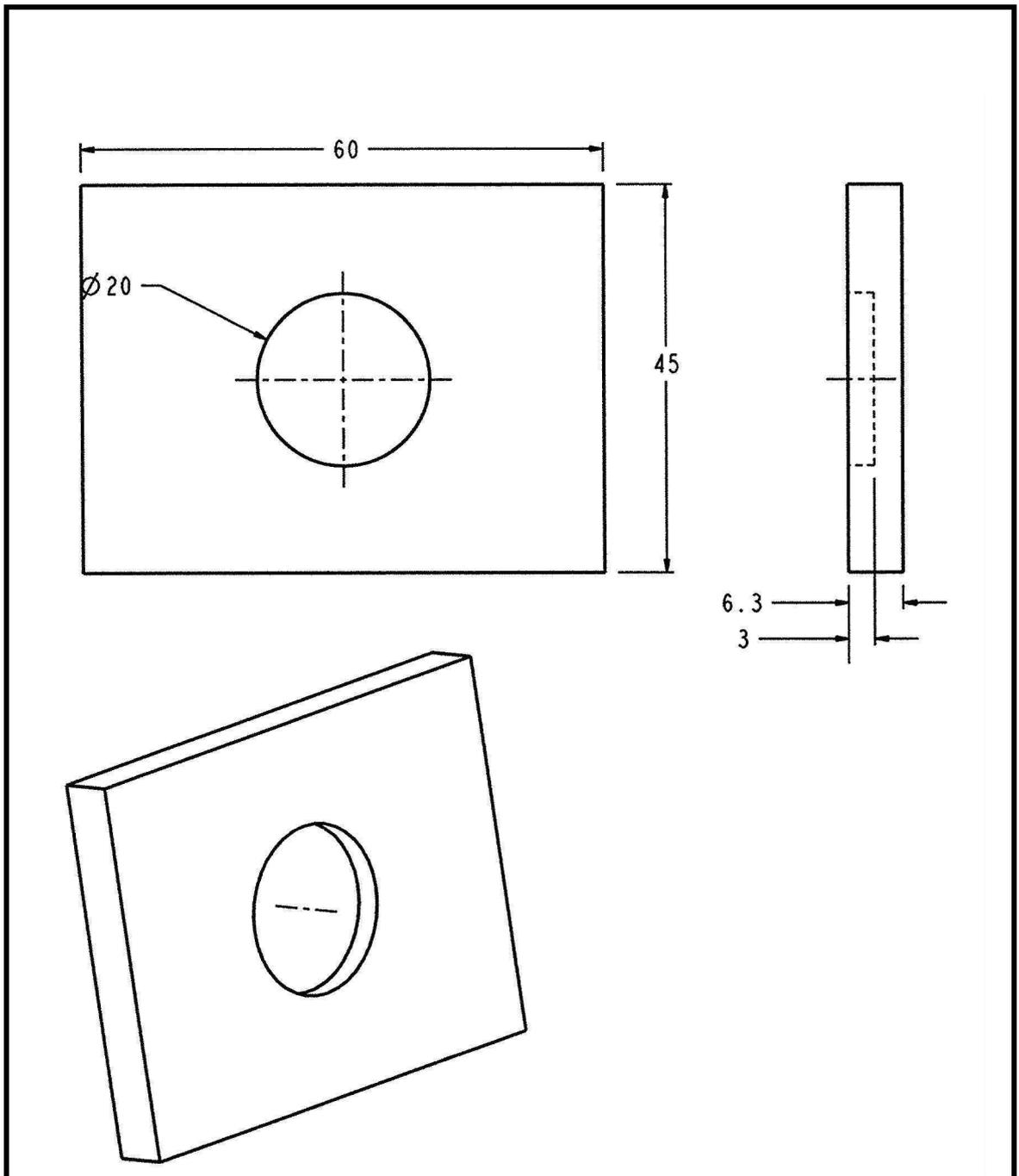
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-8	UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
	NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-8.5
	DATA	11/01	ESCALA	2:5
	TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE
				mm



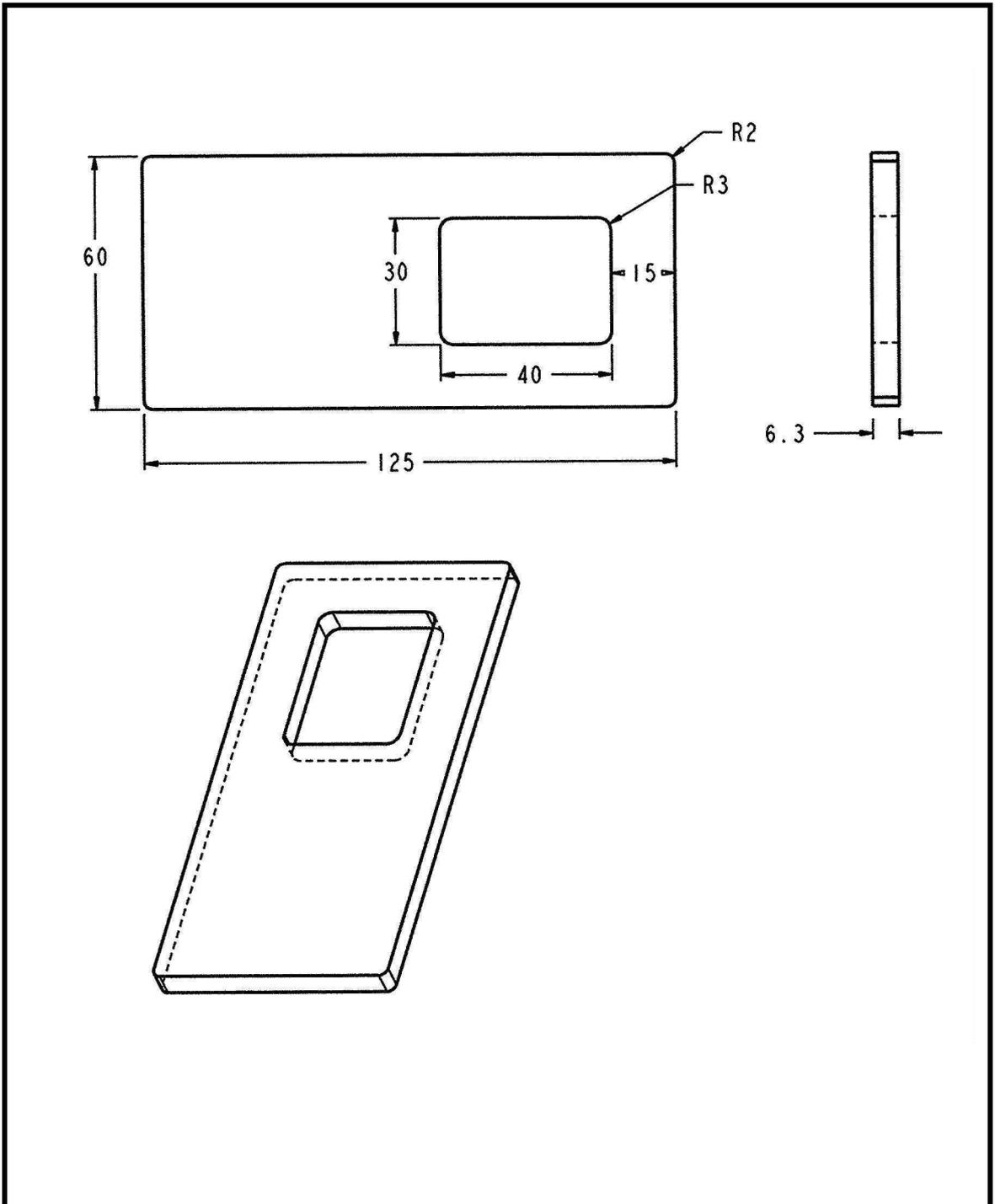
08	Montagem Chassi	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-8		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-8
		DATA	11/01	ESCALA	1:20
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



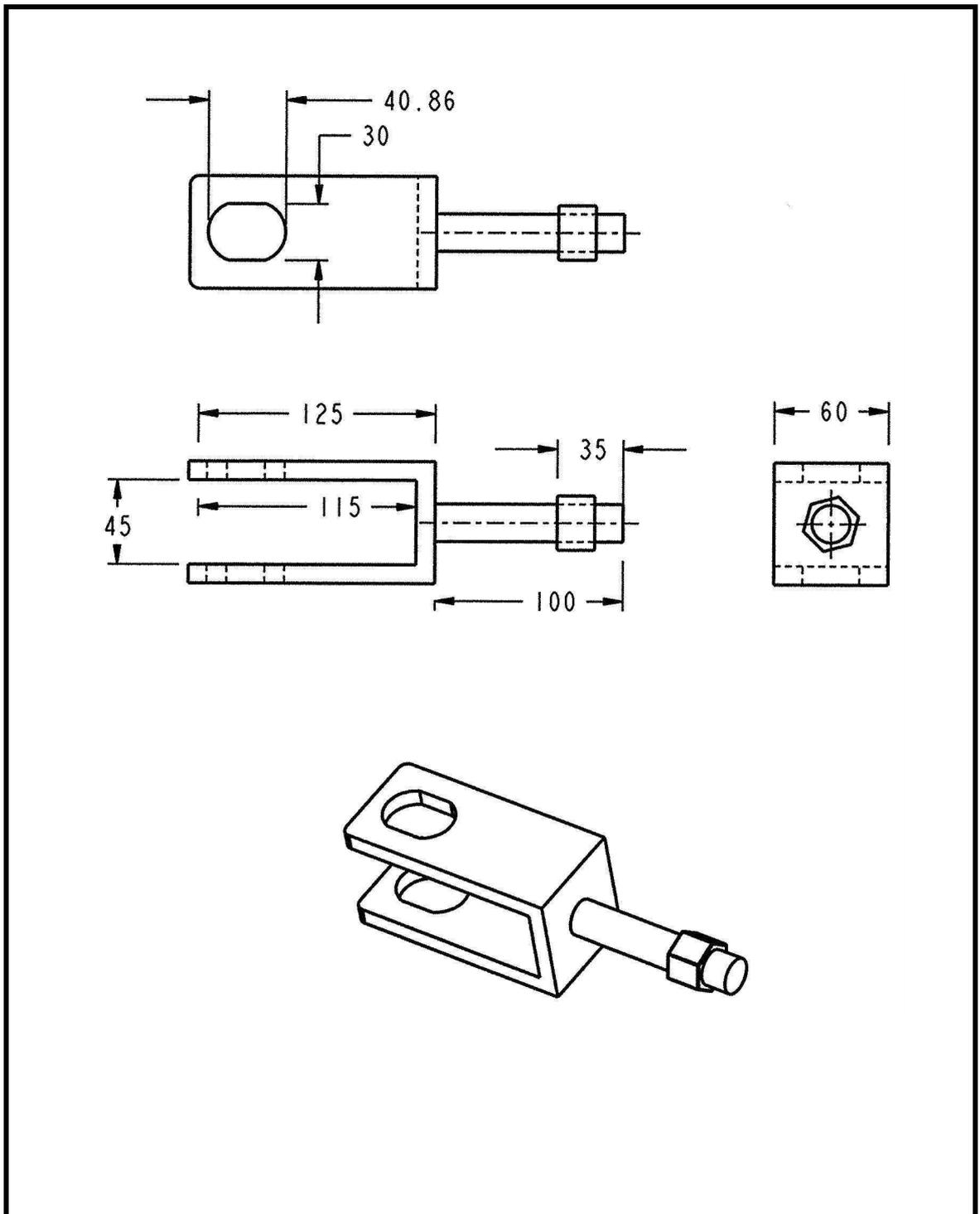
09	Acoplamento ao trator	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-9		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-9
		DATA	11/01	ESCALA	1:1
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



10	Acoplamento ao trator	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-9		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-9
		DATA	11/01	ESCALA	2:1
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



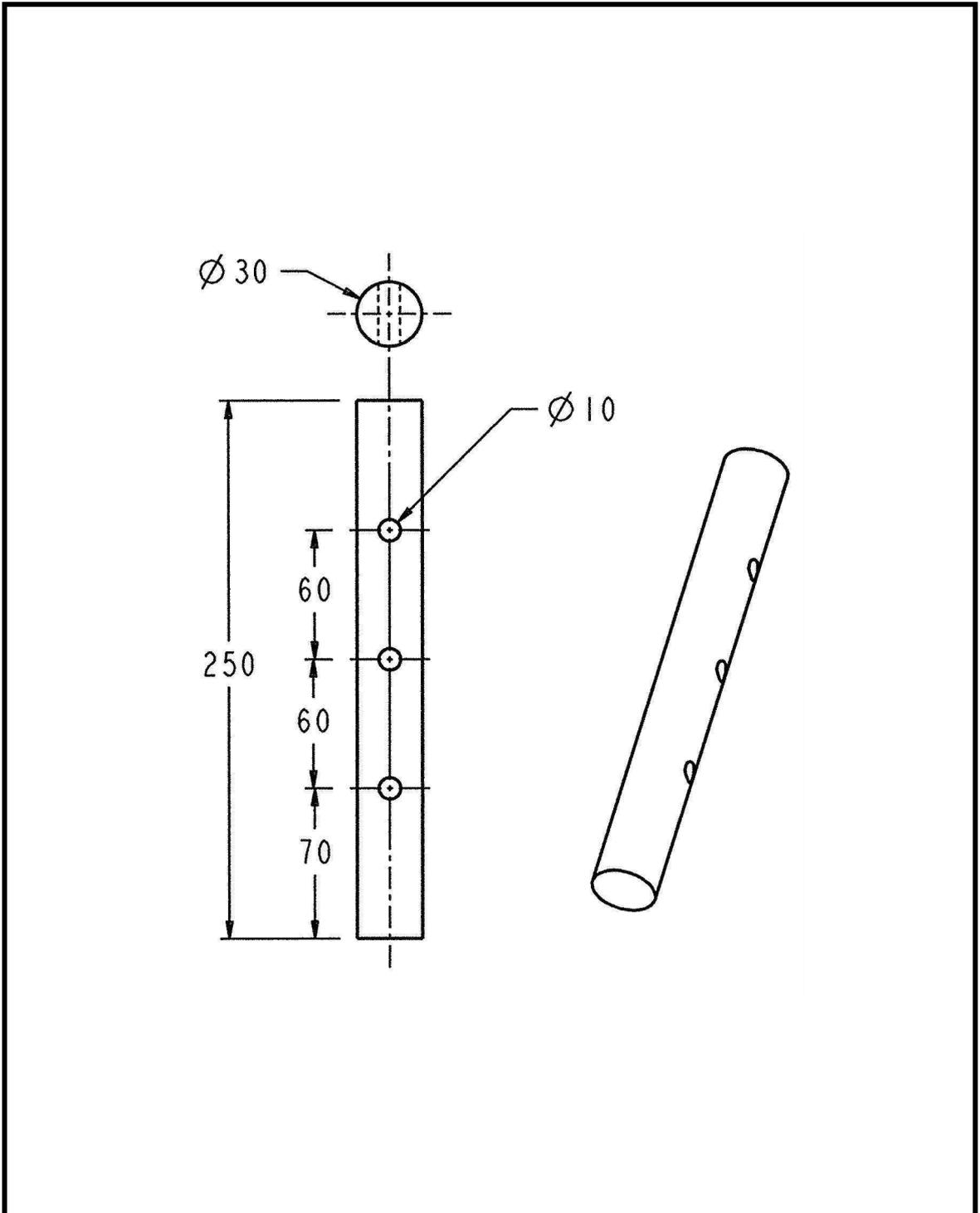
11	Acoplamento ao trator	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-9		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-9
		DATA	11/01	ESCALA	1:1
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



12	Acoplamento ao trator	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS	UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
	NOME	WANILSON	DES N ^o	MC Au-9

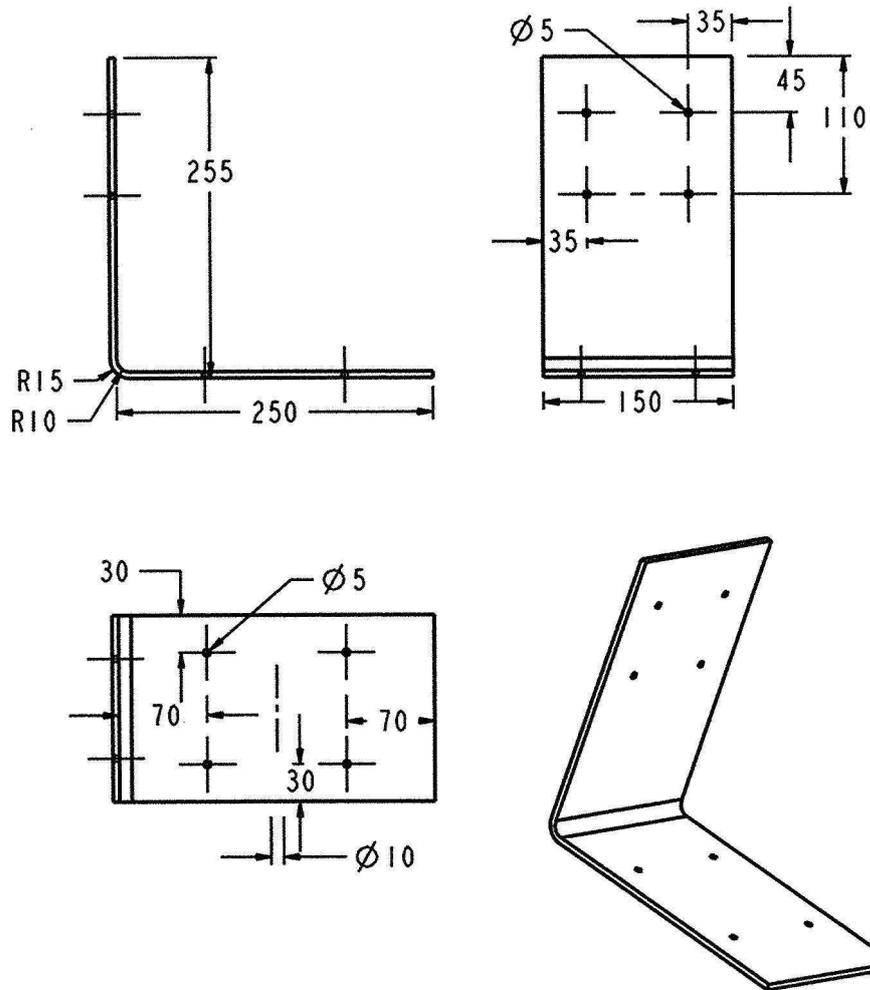
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-9	DATA	11/01	ESCALA	3:10
	TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE
				mm



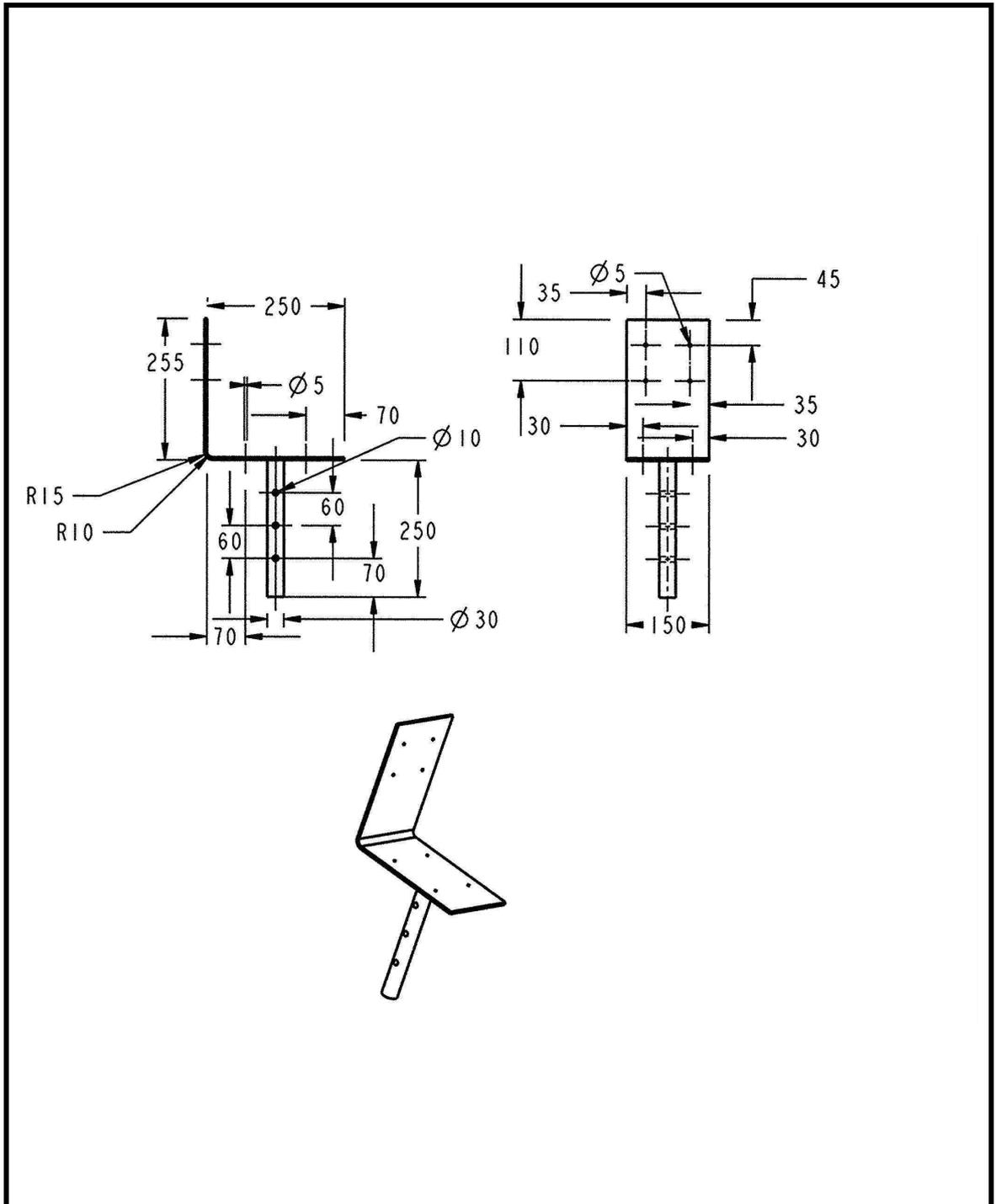
13	Suporte do assento	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS	UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
	NOME DATA	WANILSON 11/01	DES N ^o ESCALA	MC Au-3.1 3:8

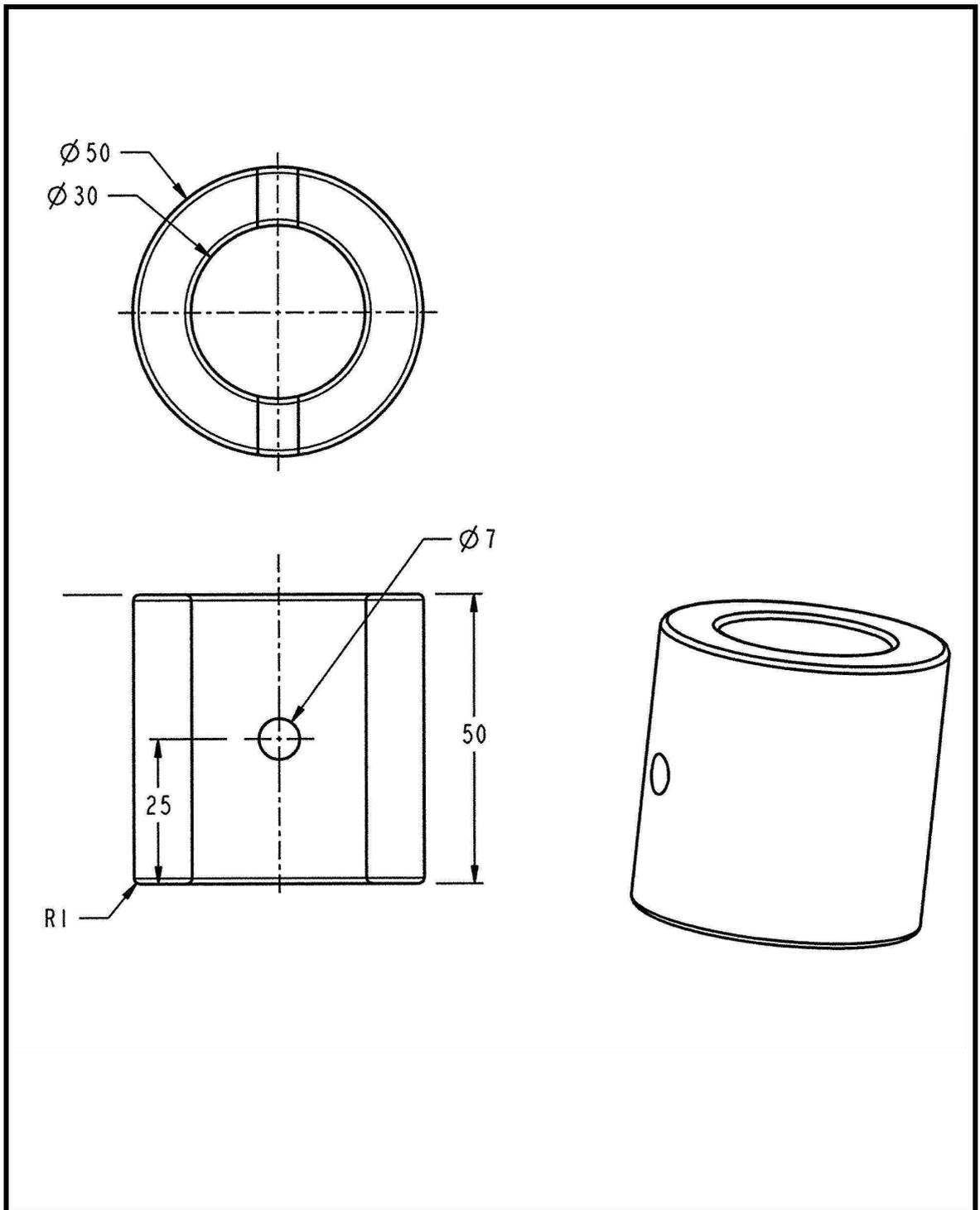
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3	TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE mm
---	--------------------------	--	--	---------------



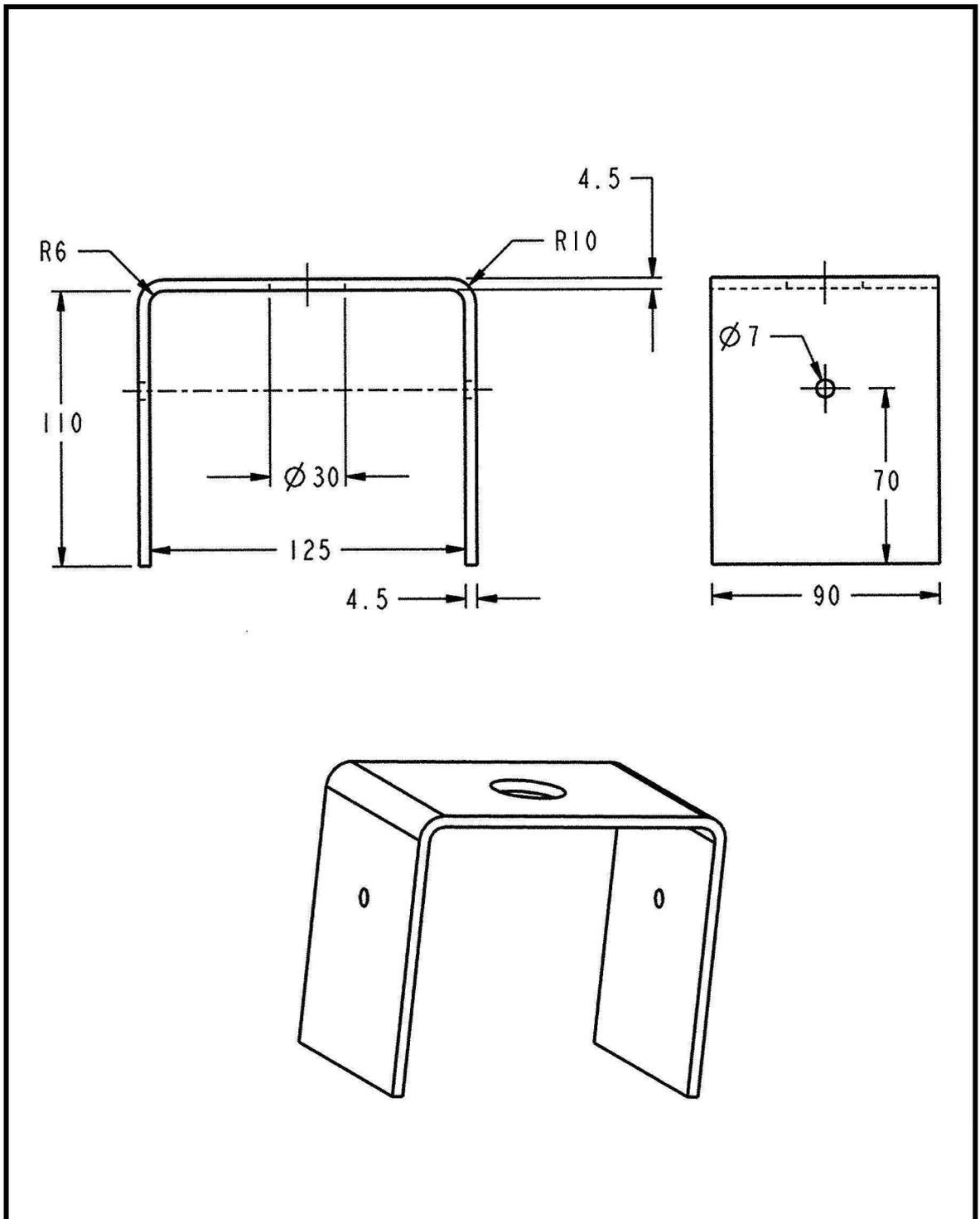
14	Suporte do assento	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC Au-3.1
		DATA	11/01	ESCALA	1:4
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



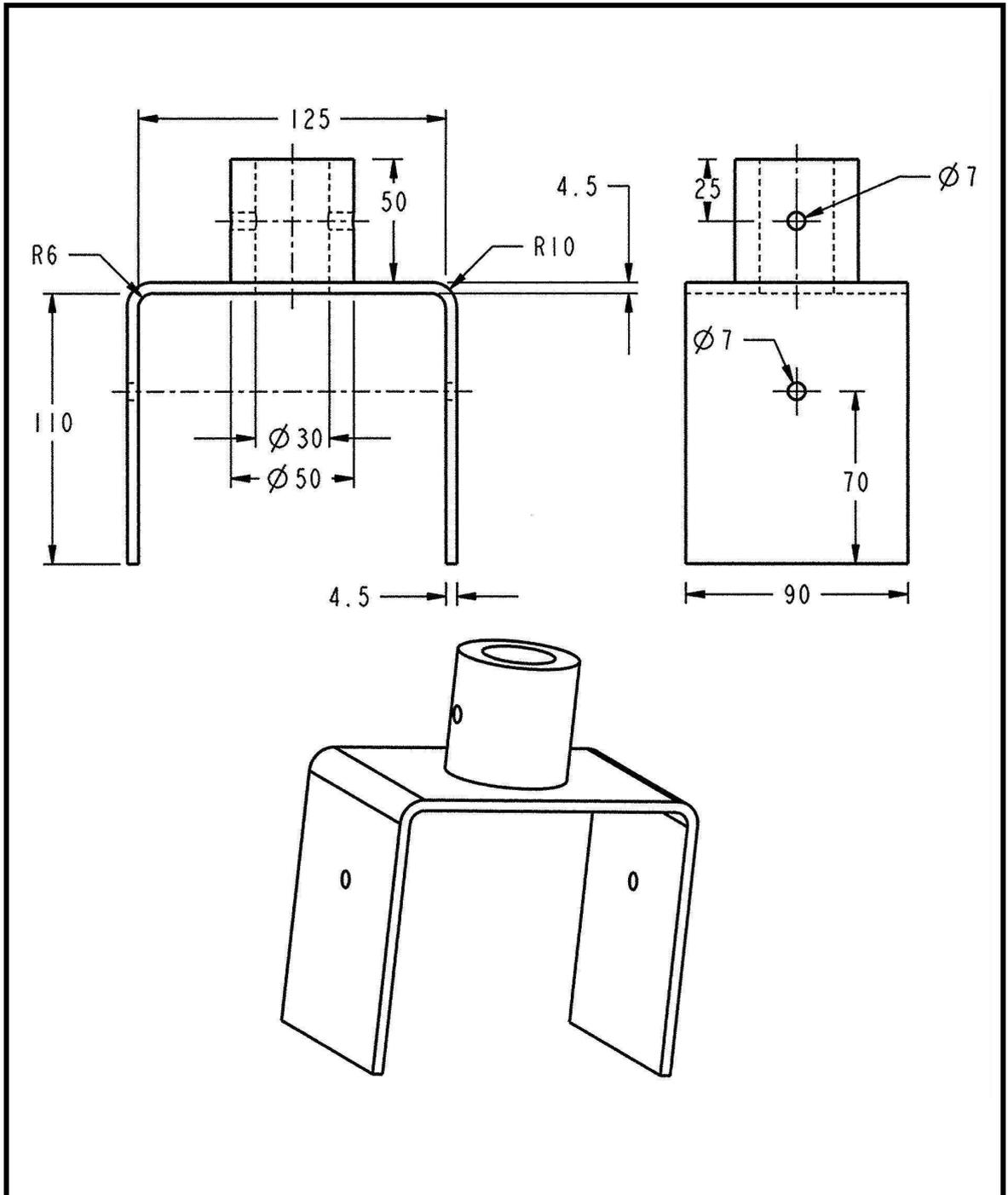
15	Suporte do assento	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-3.1
		DATA	11/01	ESCALA	1:10
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



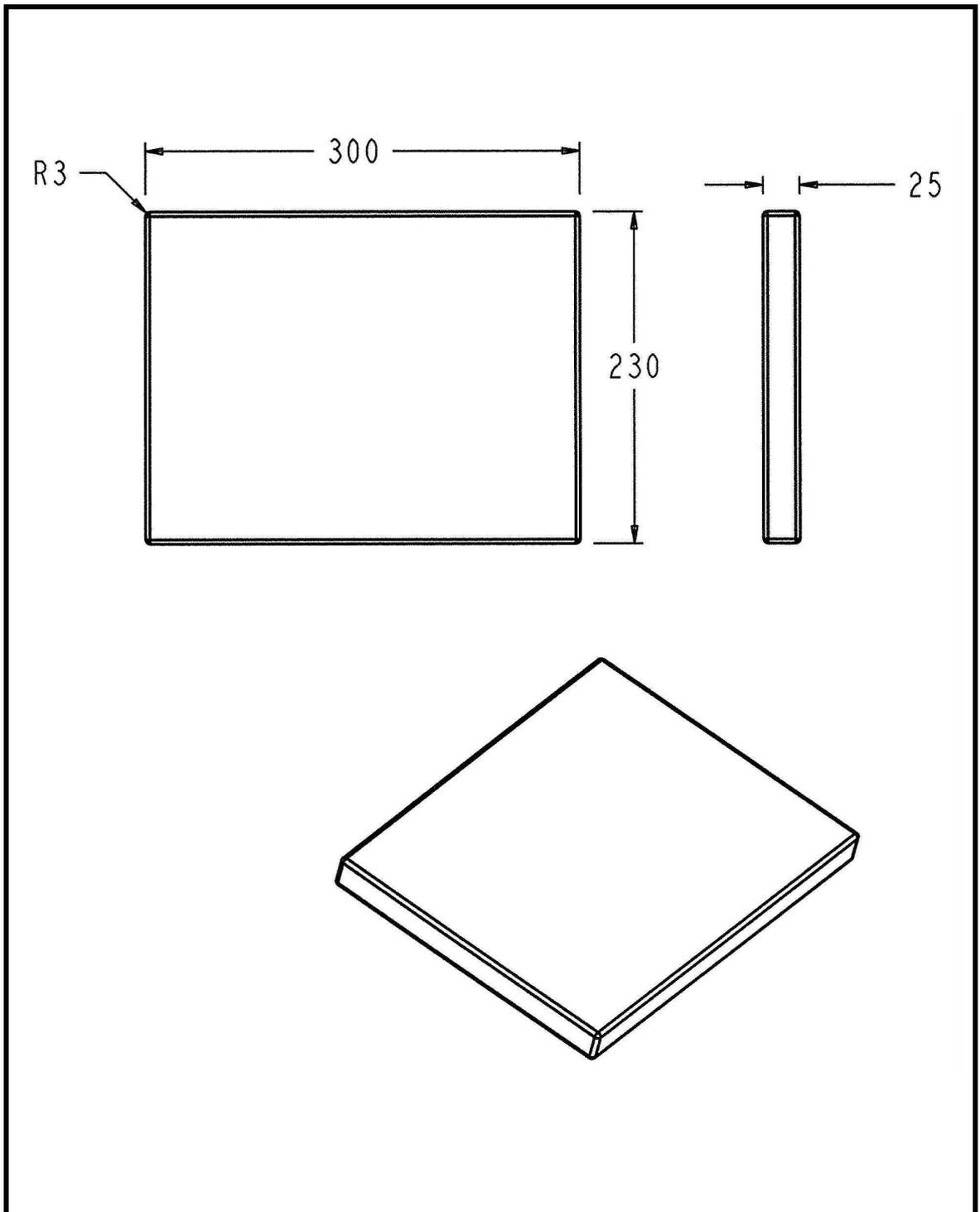
16	Sistema de fixação do suporte ao chassi	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC Au-3.2
		DATA	11/01	ESCALA	1:1
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



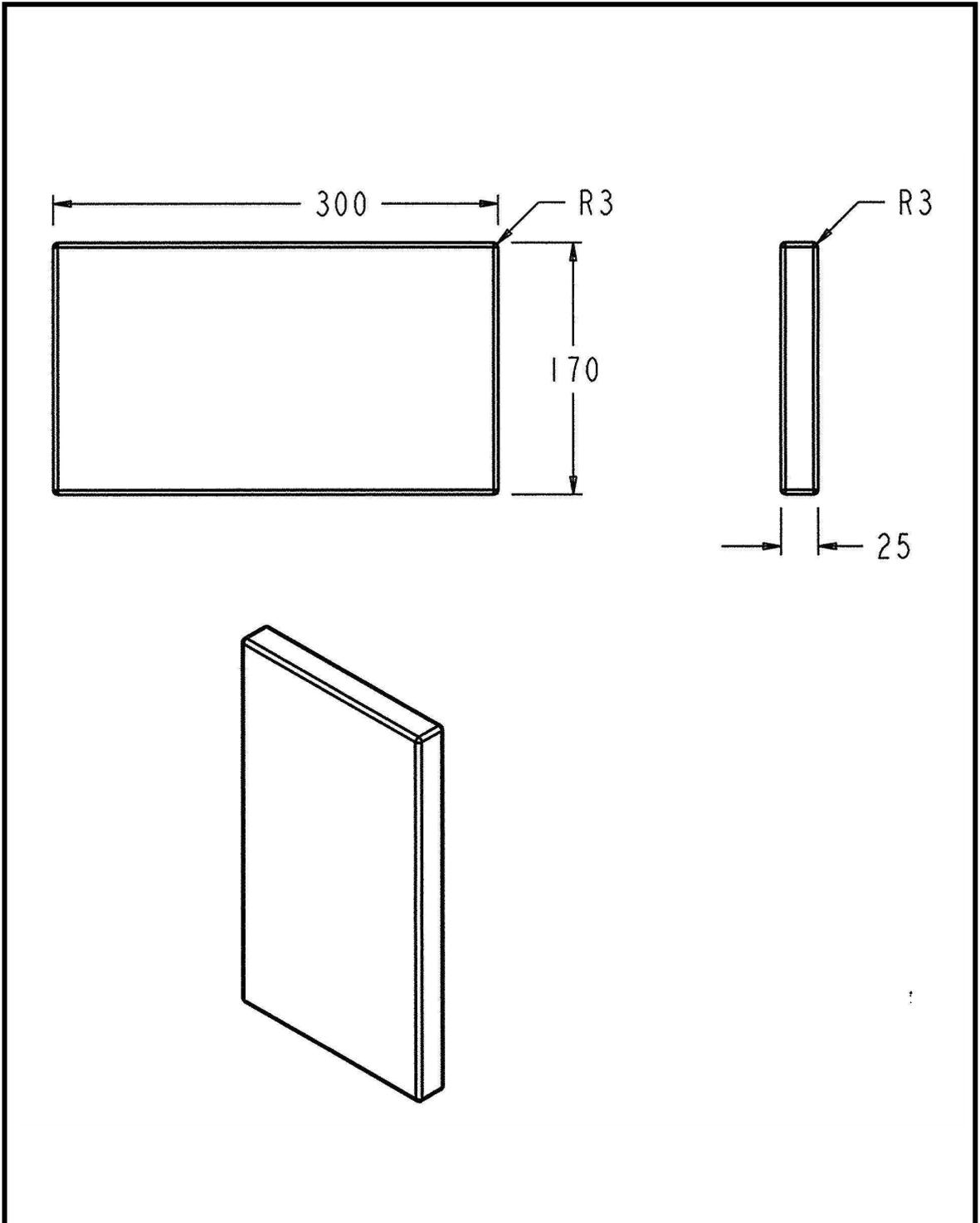
17	Sistema de fixação do suporte ao chassi	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC - ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-3.2
		DATA	11/01	ESCALA	2:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



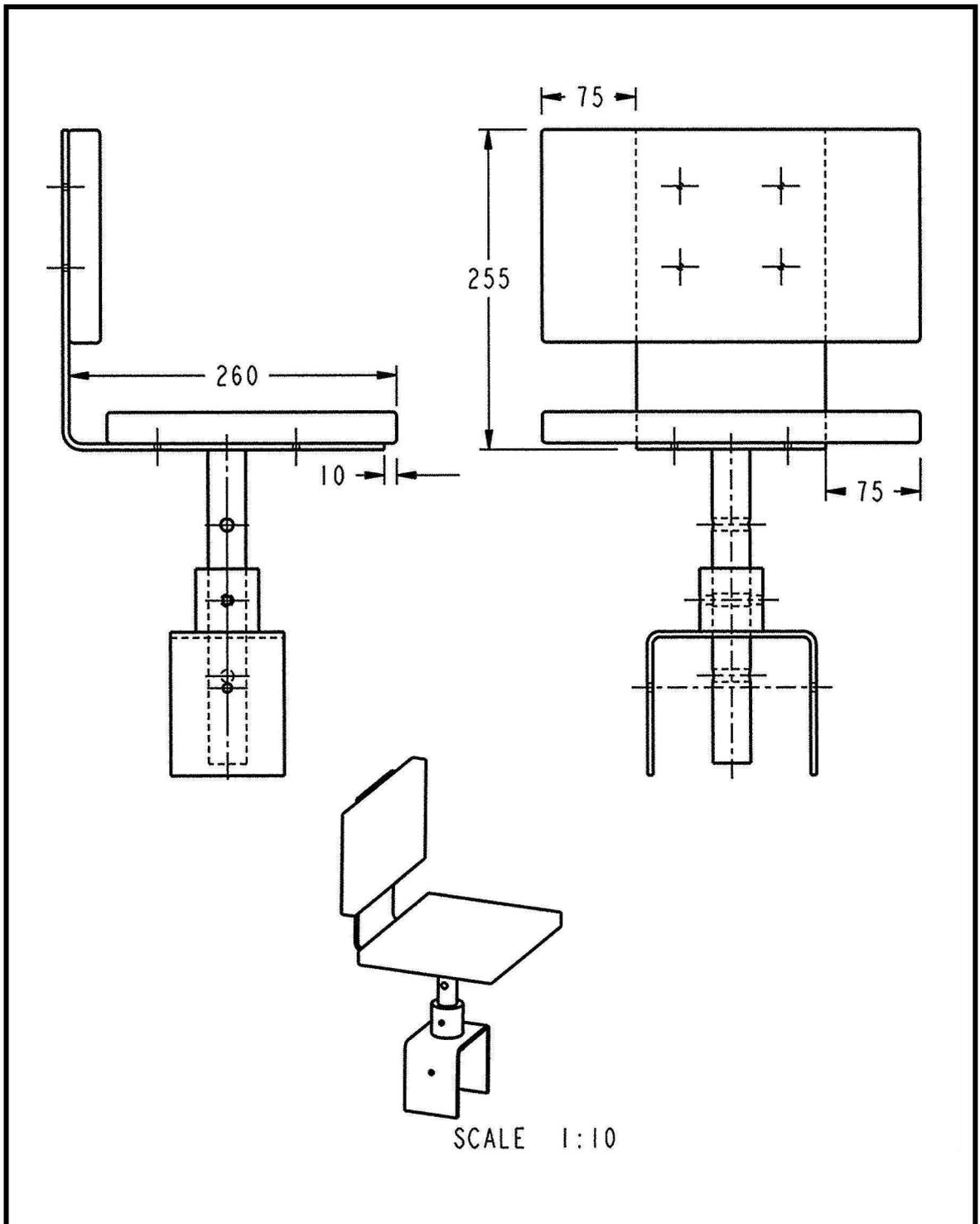
18	Sistema de fixação do suporte ao chassi	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-3.2
		DATA	11/01	ESCALA	2:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



19	Assento para operadores	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC Au-3
		DATA	11/01	ESCALA	1:4
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE

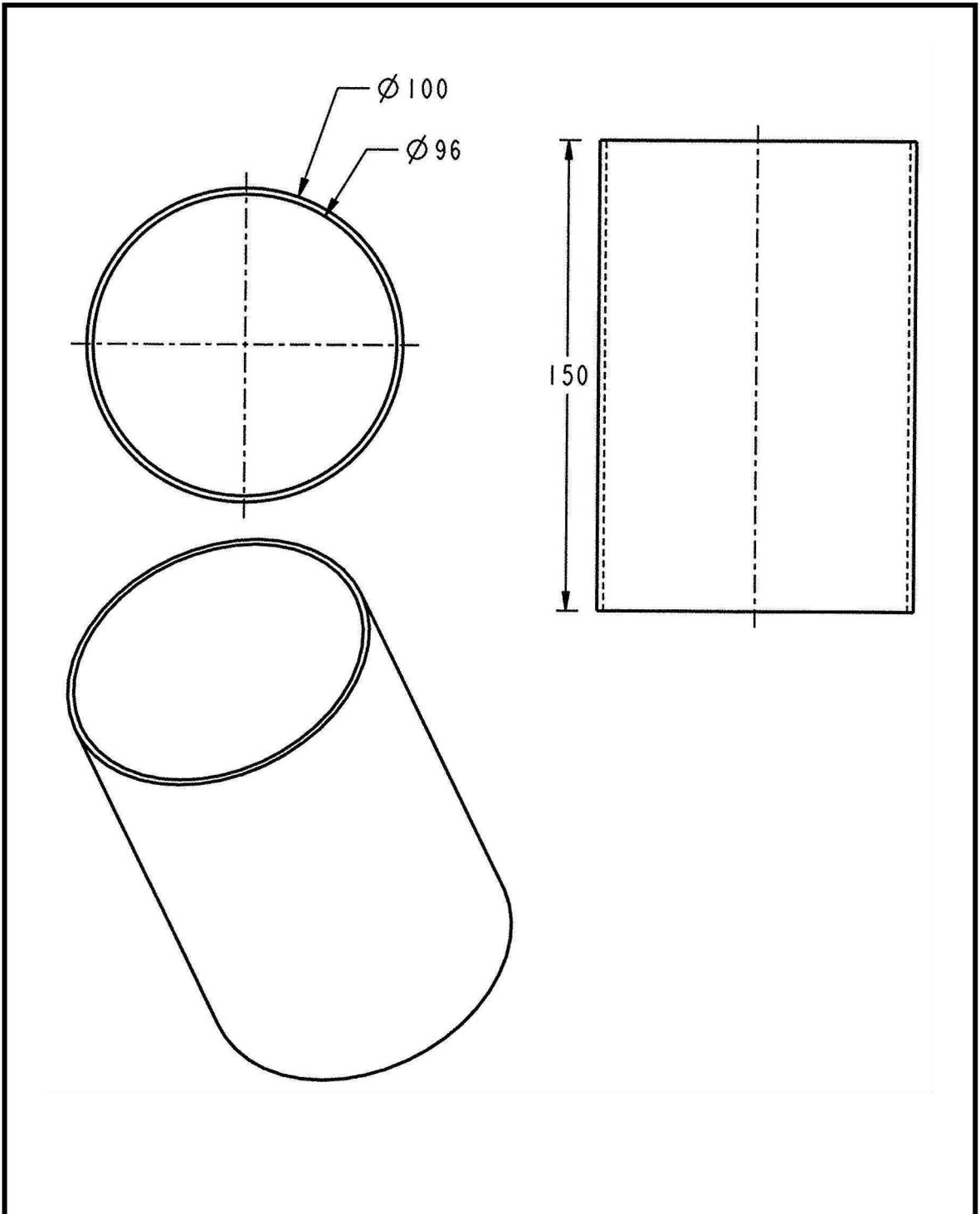


20	Assento para operadores	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC Au-3
		DATA	11/01	ESCALA	1:4
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE

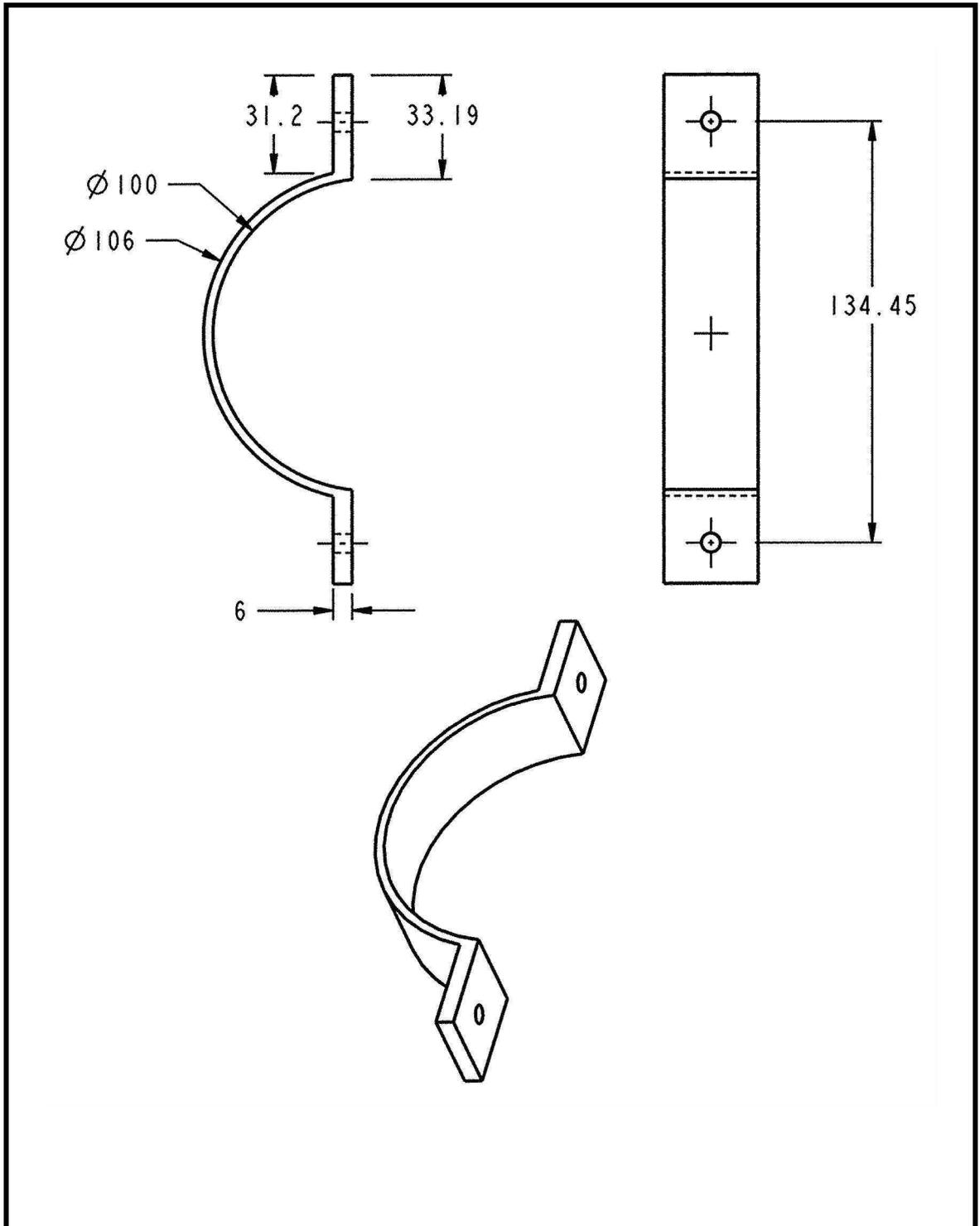


SCALE 1:10

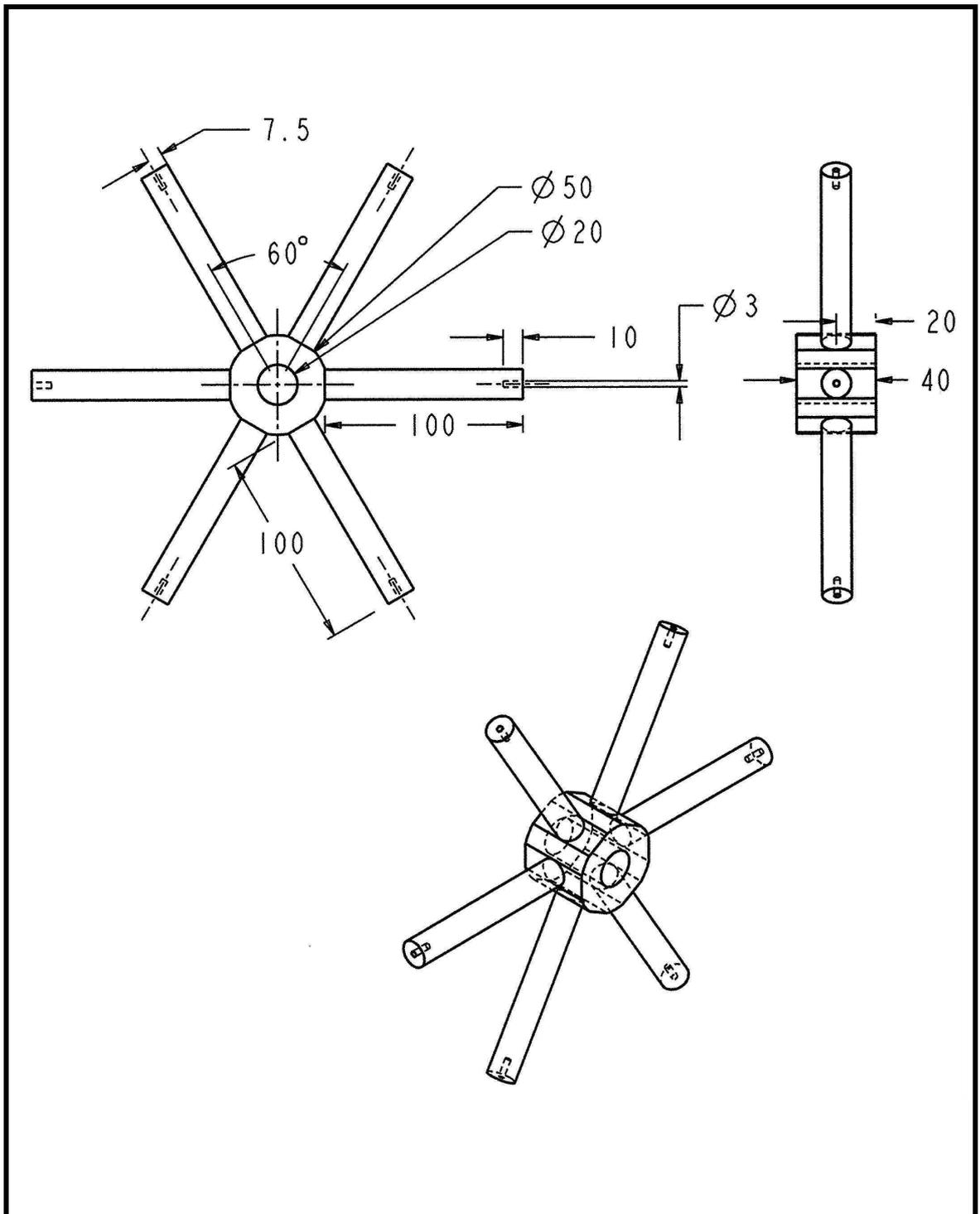
21	Assento para operadores	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-3		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-3
		DATA	11/01	ESCALA	1:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



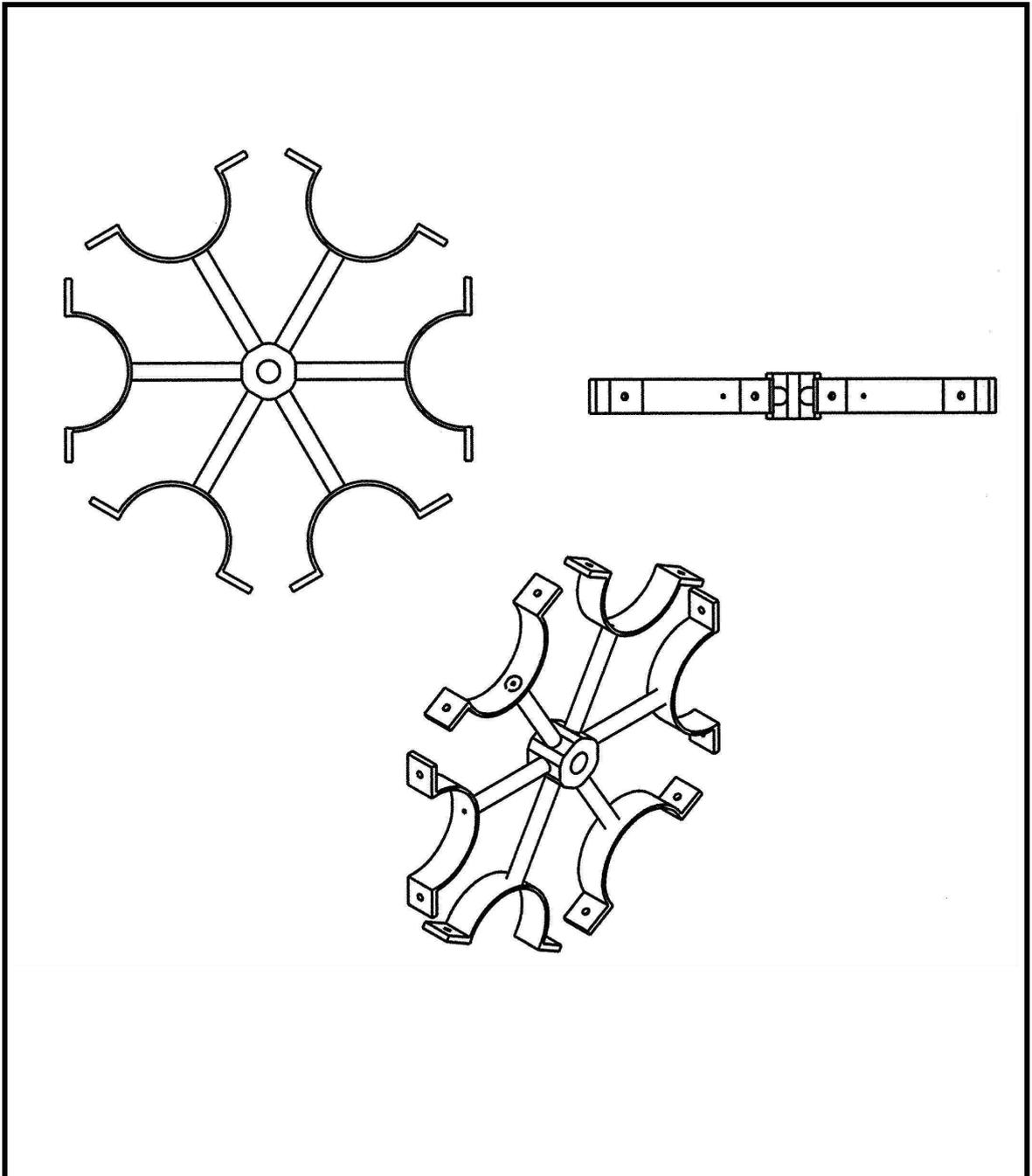
22	Alojador de mudas	06	PVC	-	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO B-1		NOME	WANILSON	DES N°	MC B-1.1
		DATA	11/01	ESCALA	1:2
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



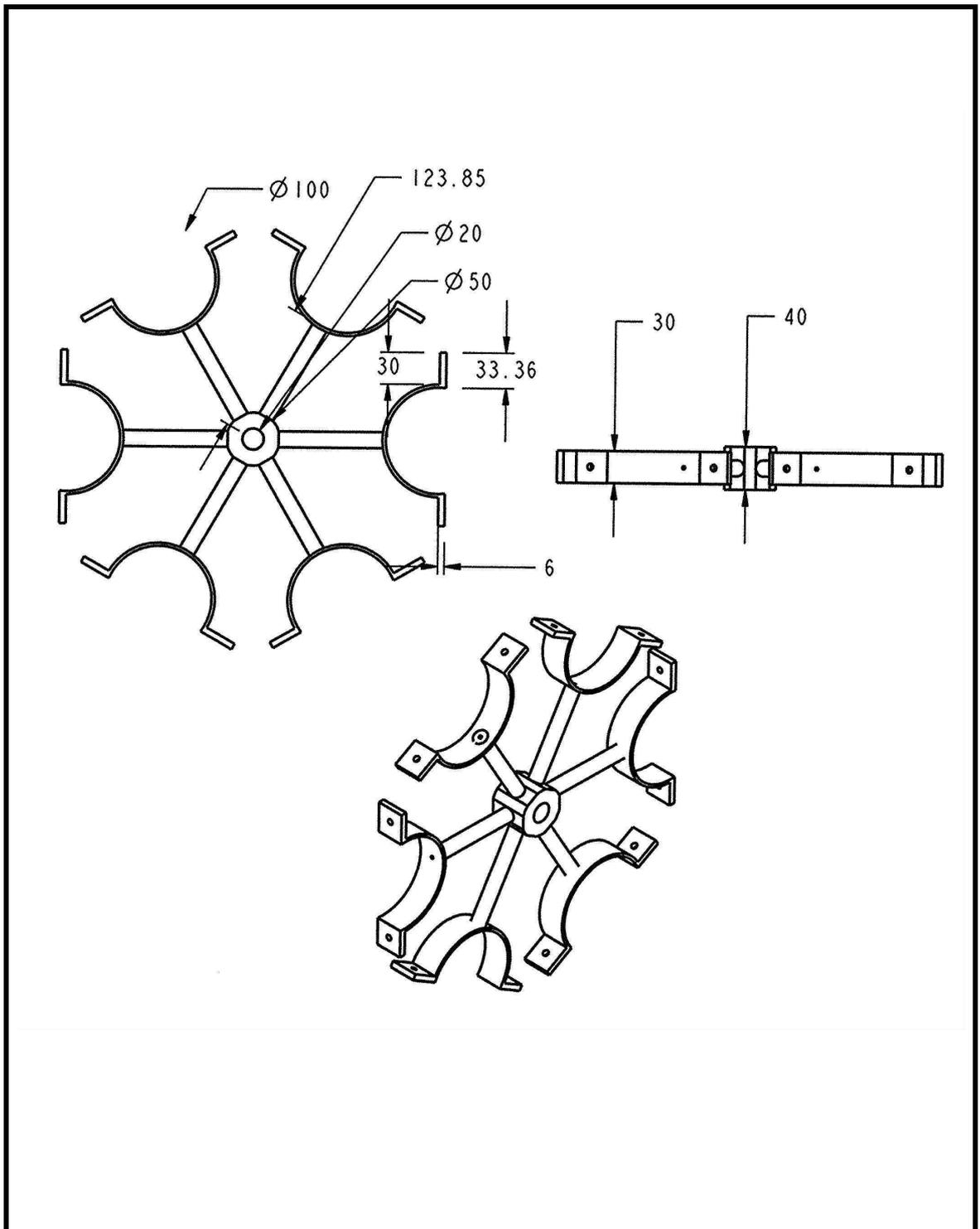
23	Fixação do alojador	06	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO B-1		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC B-1.2
		DATA	11/01	ESCALA	1:2
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



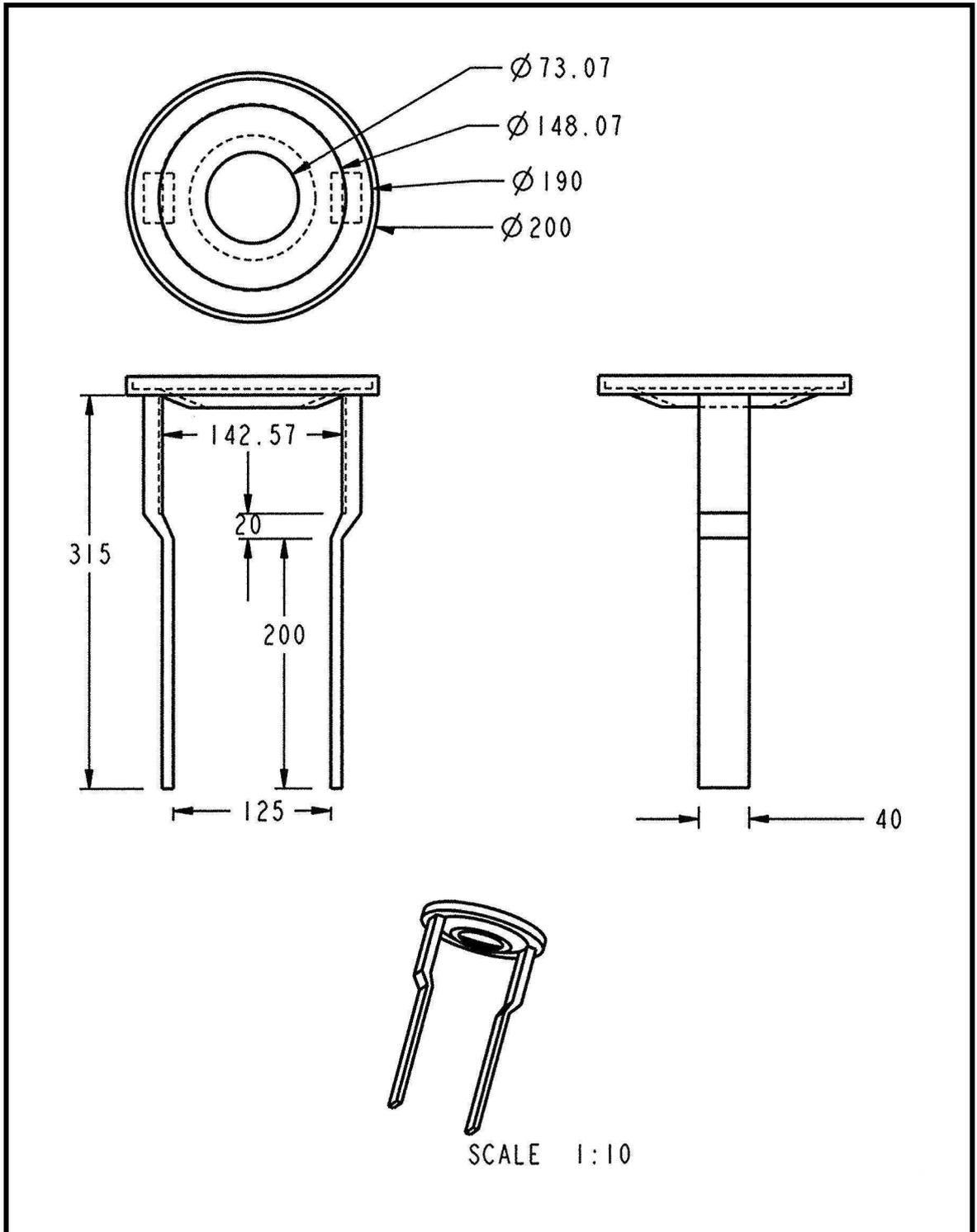
24	Sistema de fixação dos alojadores	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC - ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO B-1		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC B-1.3
		DATA	11/01	ESCALA	3:8
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS		UNIDADE	mm



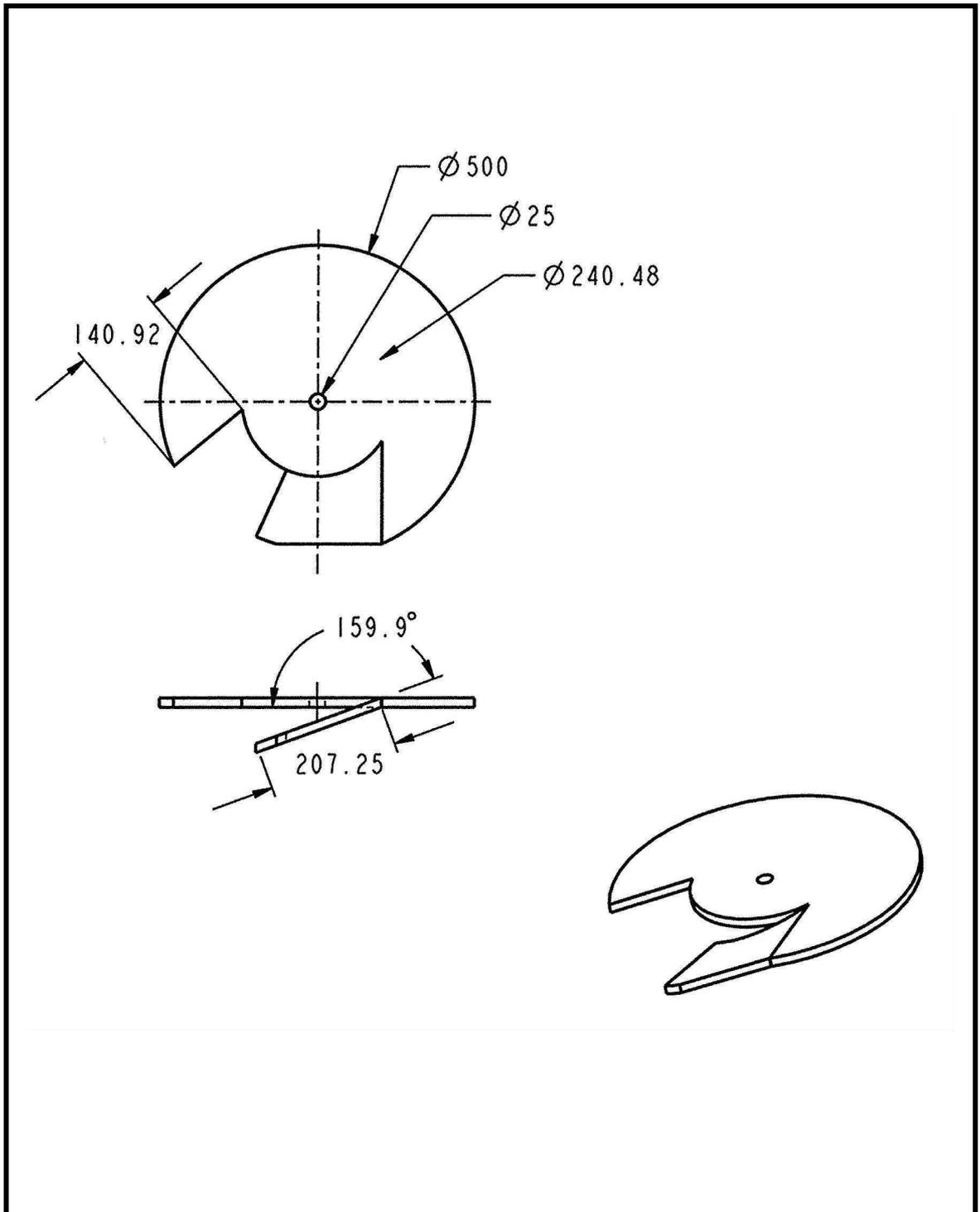
25	Sistema de fixação dos alojadores	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO B-1		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC B-1.3
		DATA	11/01	ESCALA	1:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



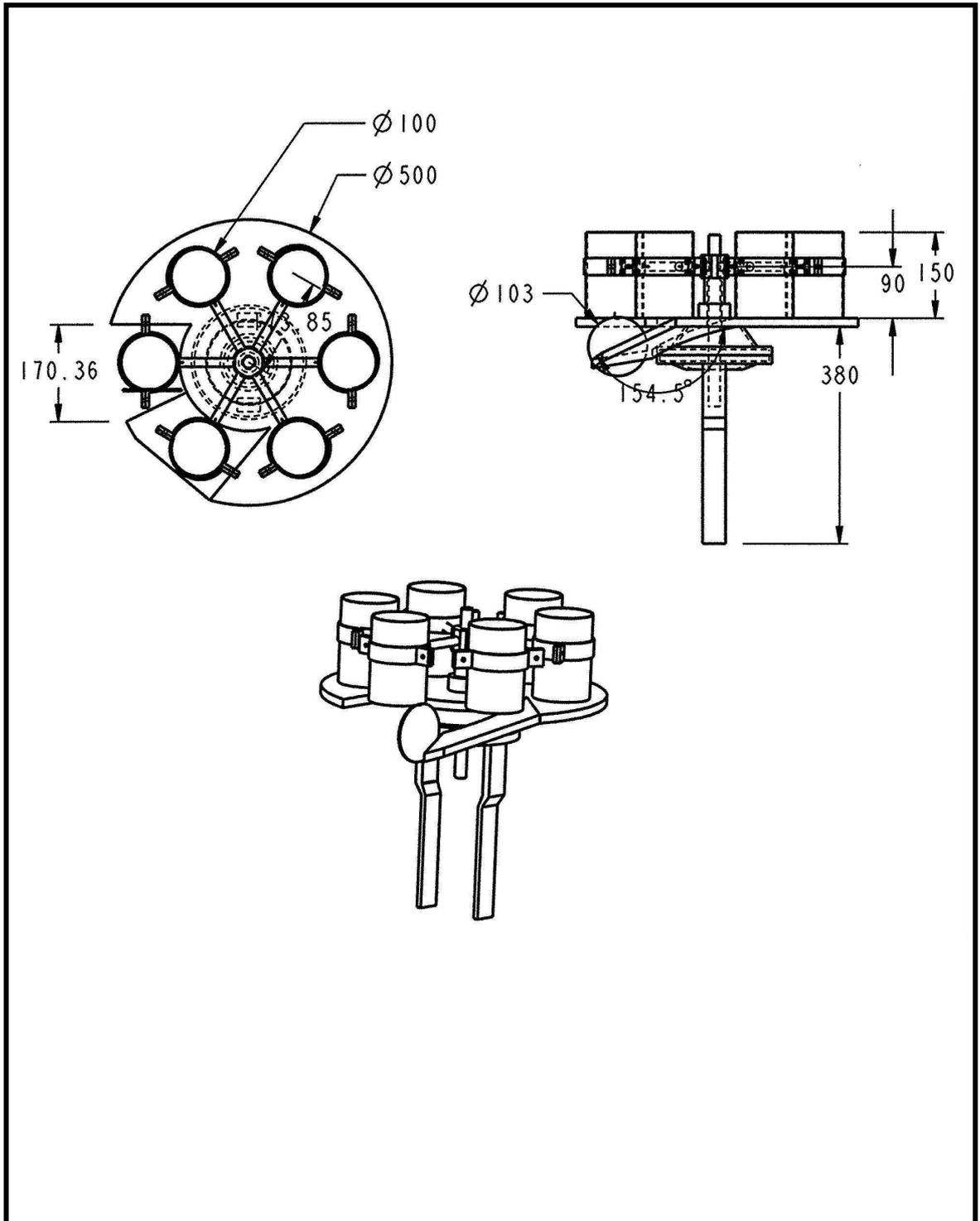
26	Sistema de fixação dos alojadores	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO B-1		NOME	WANILSON	DES N°	MC B-1.3
		DATA	11/01	ESCALA	1:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



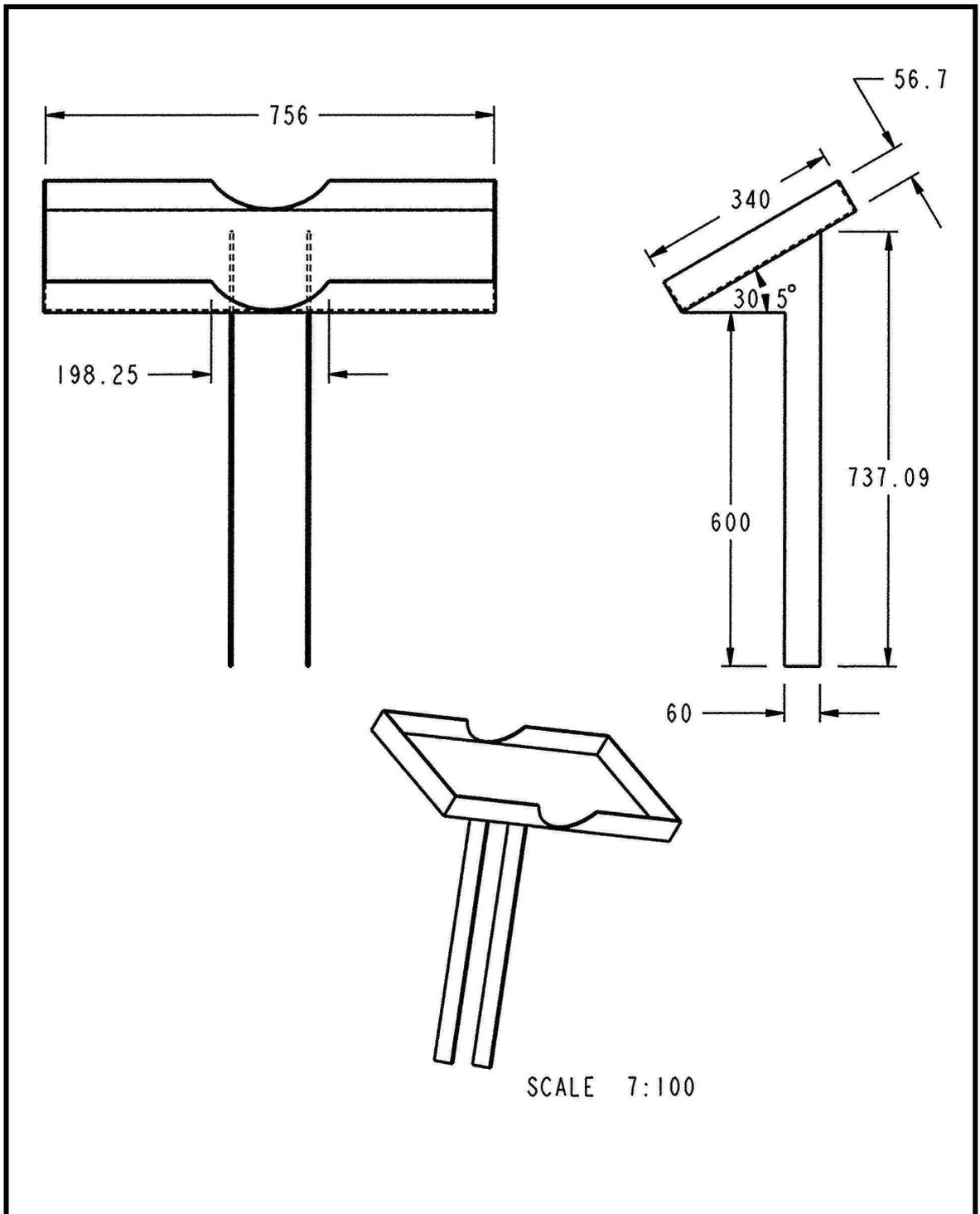
27	Fixação do mecanismo dosador	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO B-1		NOME	WANILSON	DES N°	MC B-1.4
		DATA	11/01	ESCALA	1:5
TRANSPLANTADORA DE MUDAS				UNIDADE	
				mm	



28	Mesa de suporte dos alojadores	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO B-1		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC B-1.5
		DATA	11/01	ESCALA	1:10
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE

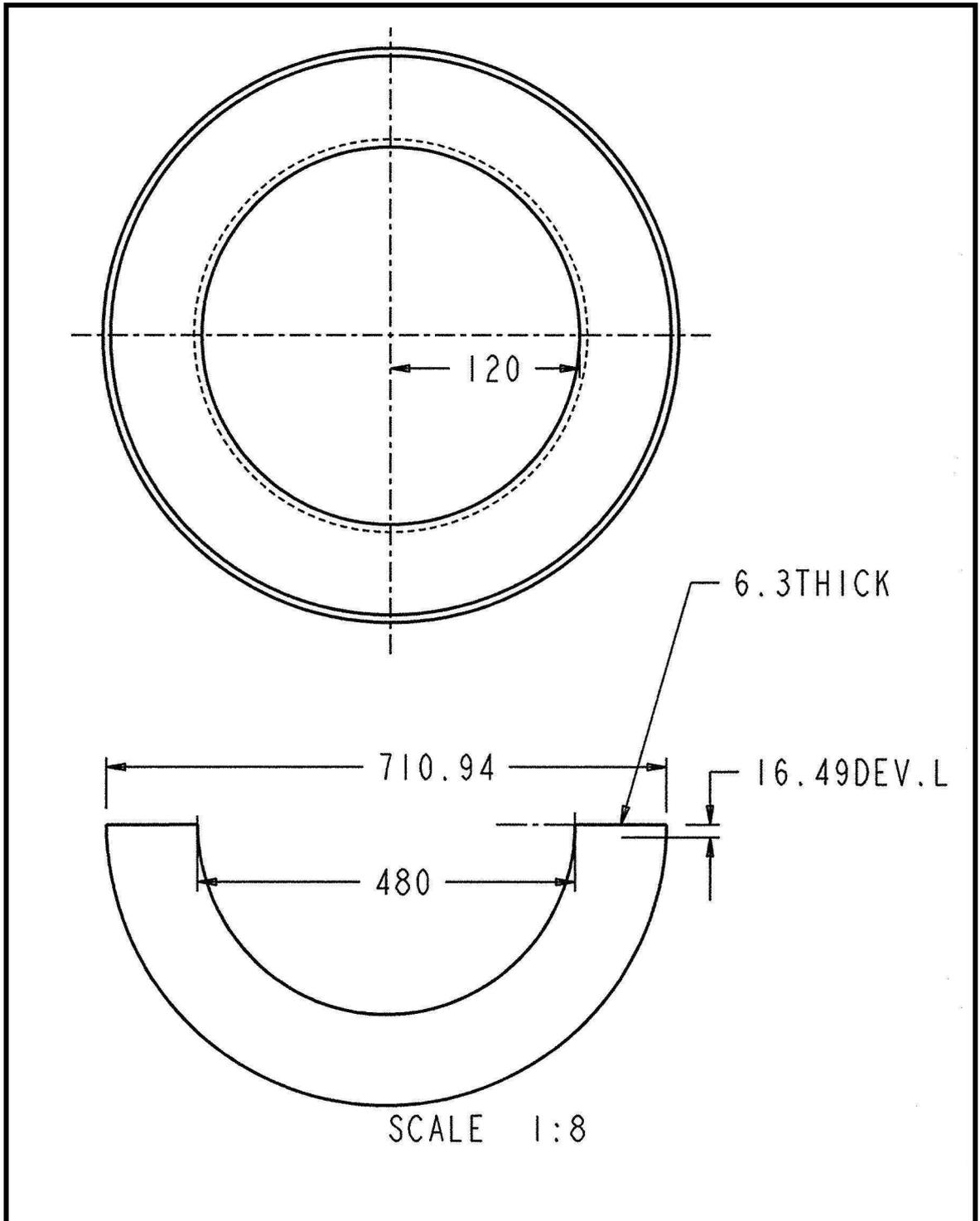


29	Mecanismo dosador de mudas	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO B-1		NOME	WANILSON	DES N°	MC B-1
		DATA	11/01	ESCALA	1:10
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE

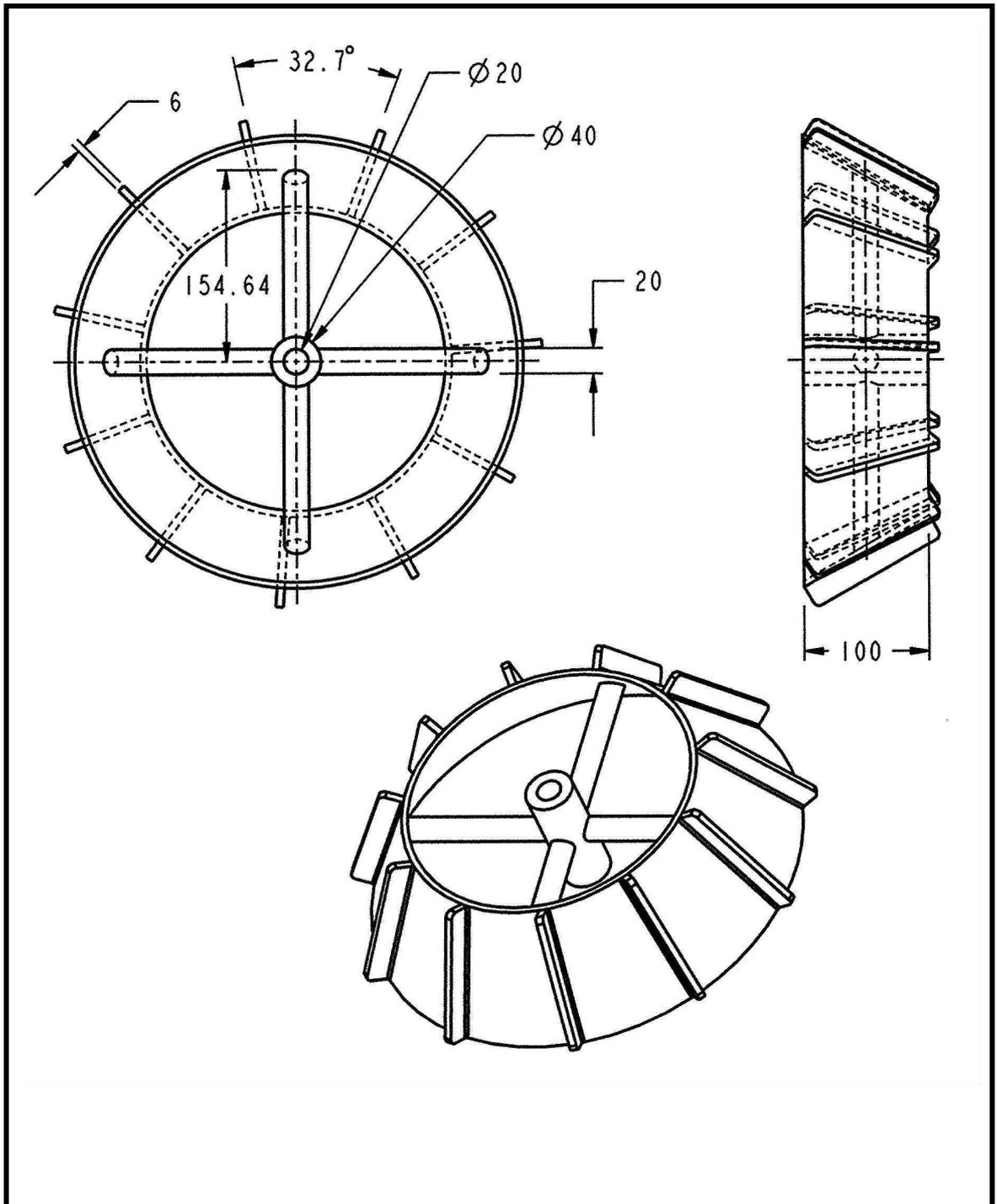


SCALE 7:100

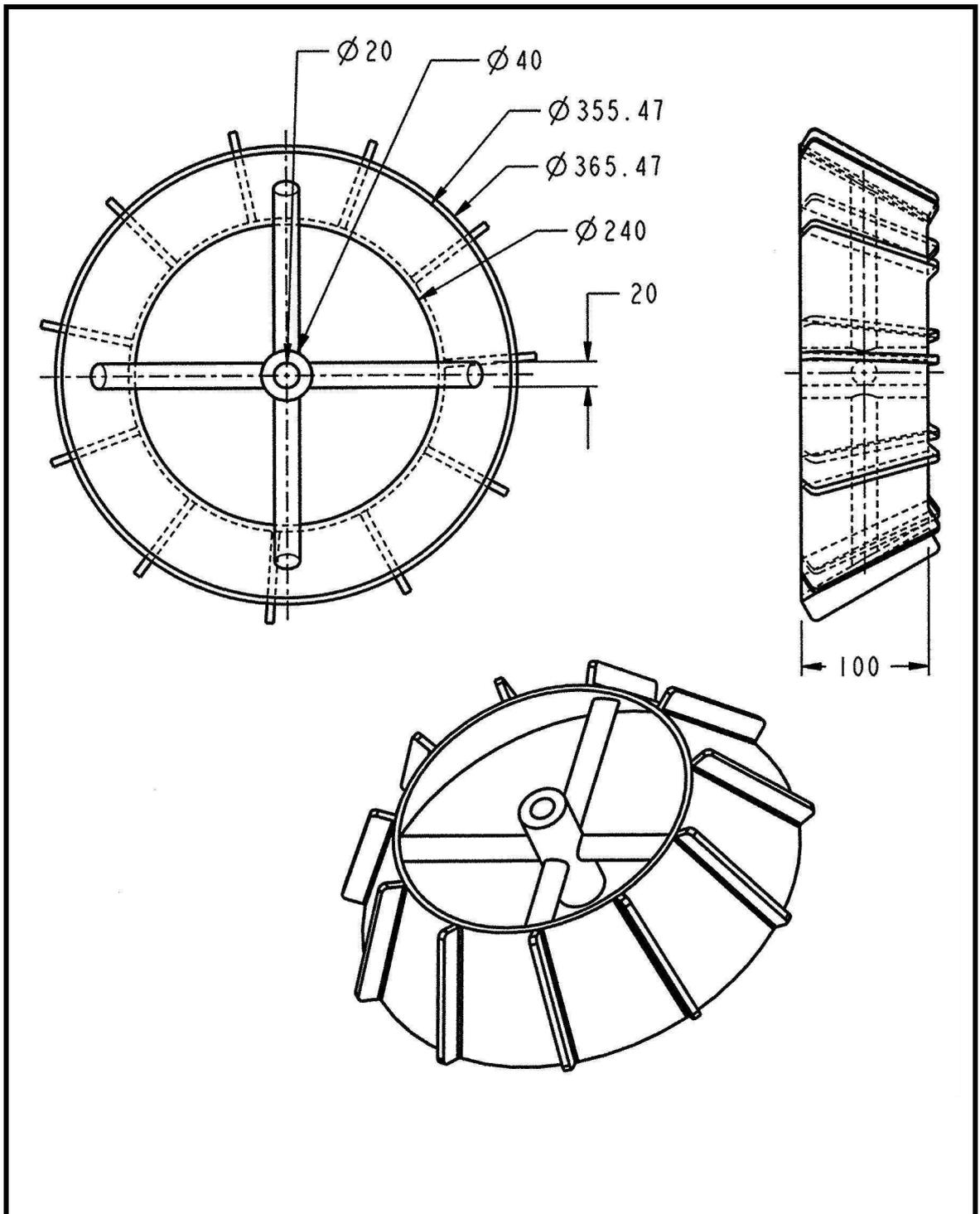
30	Reservatório de mudas	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC - ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-2		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-2
		DATA	11/01	ESCALA	1:10
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



31	Roda Cobridora	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC - ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-4		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-4.1
		DATA	11/01	ESCALA	1:4
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



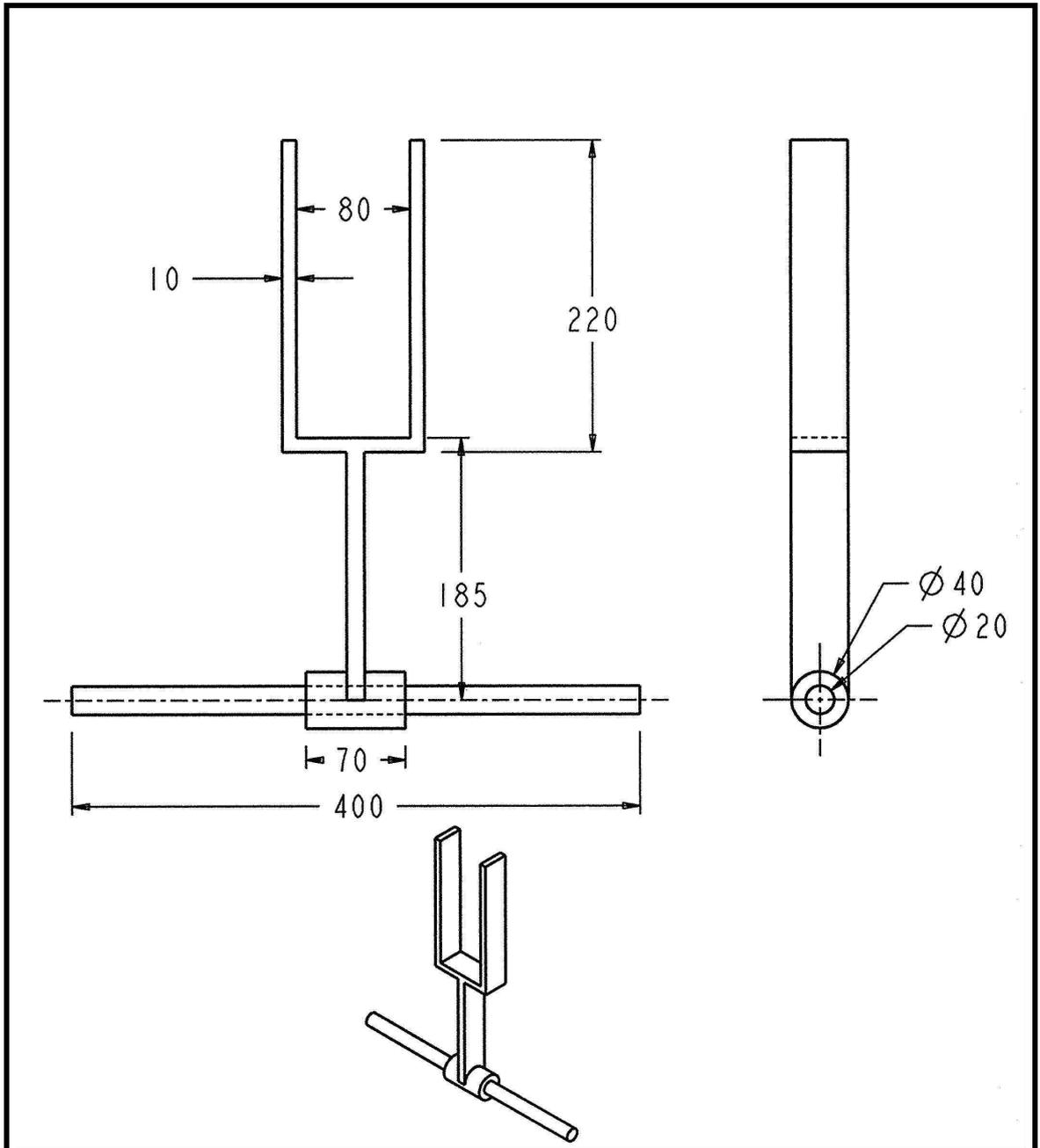
32	Roda Cobridora	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-4		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-4.1
		DATA	11/01	ESCALA	1:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



33	Roda Cobridora	02	Aço ABNT1020	Tolerância IT10
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

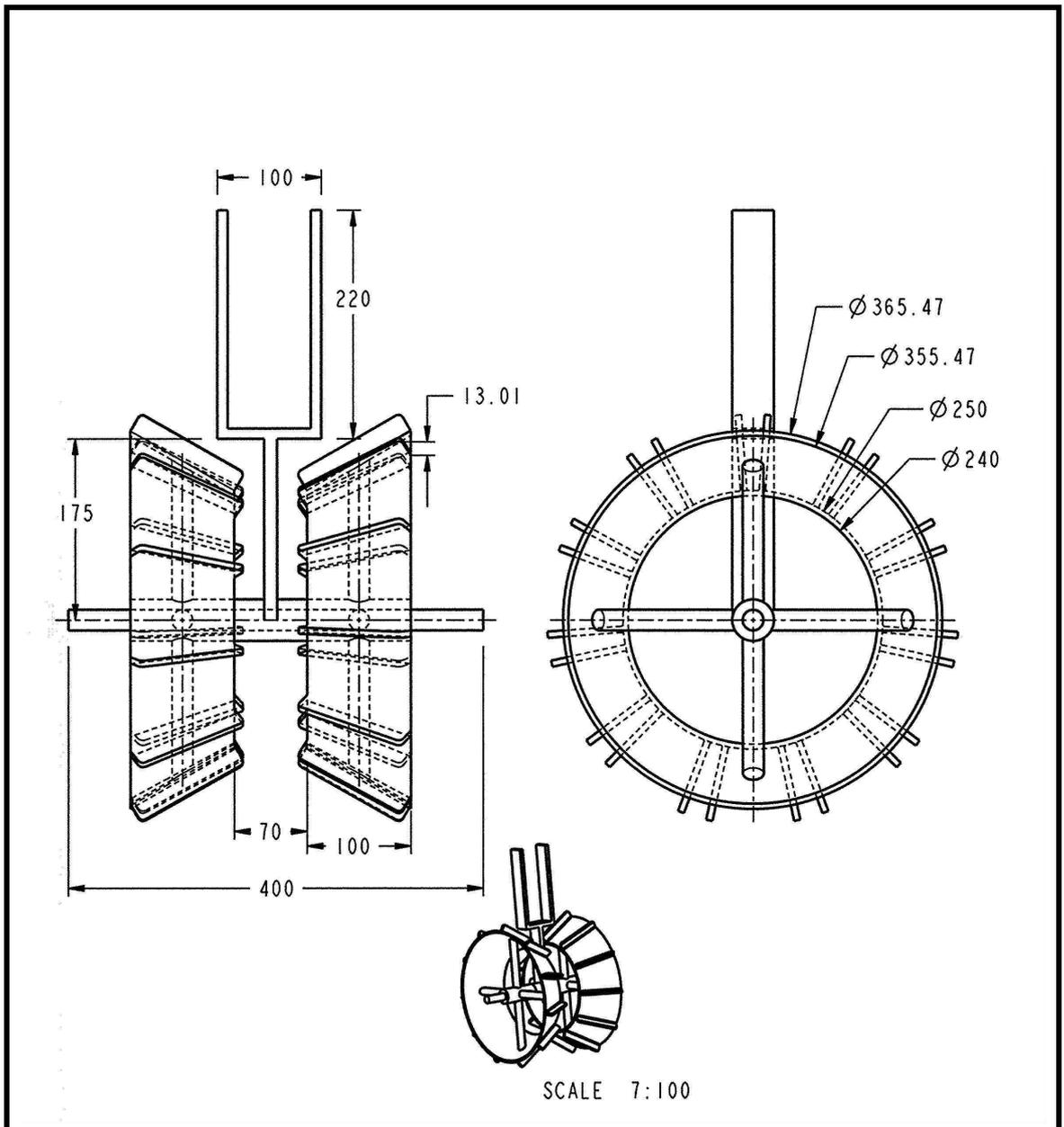
	NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS	– ENGENHARIA MECÂNICA		
		NOME	WANILSON	DES N°

TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-4	DATA	11/01	ESCALA	1:5
	TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE
	mm			

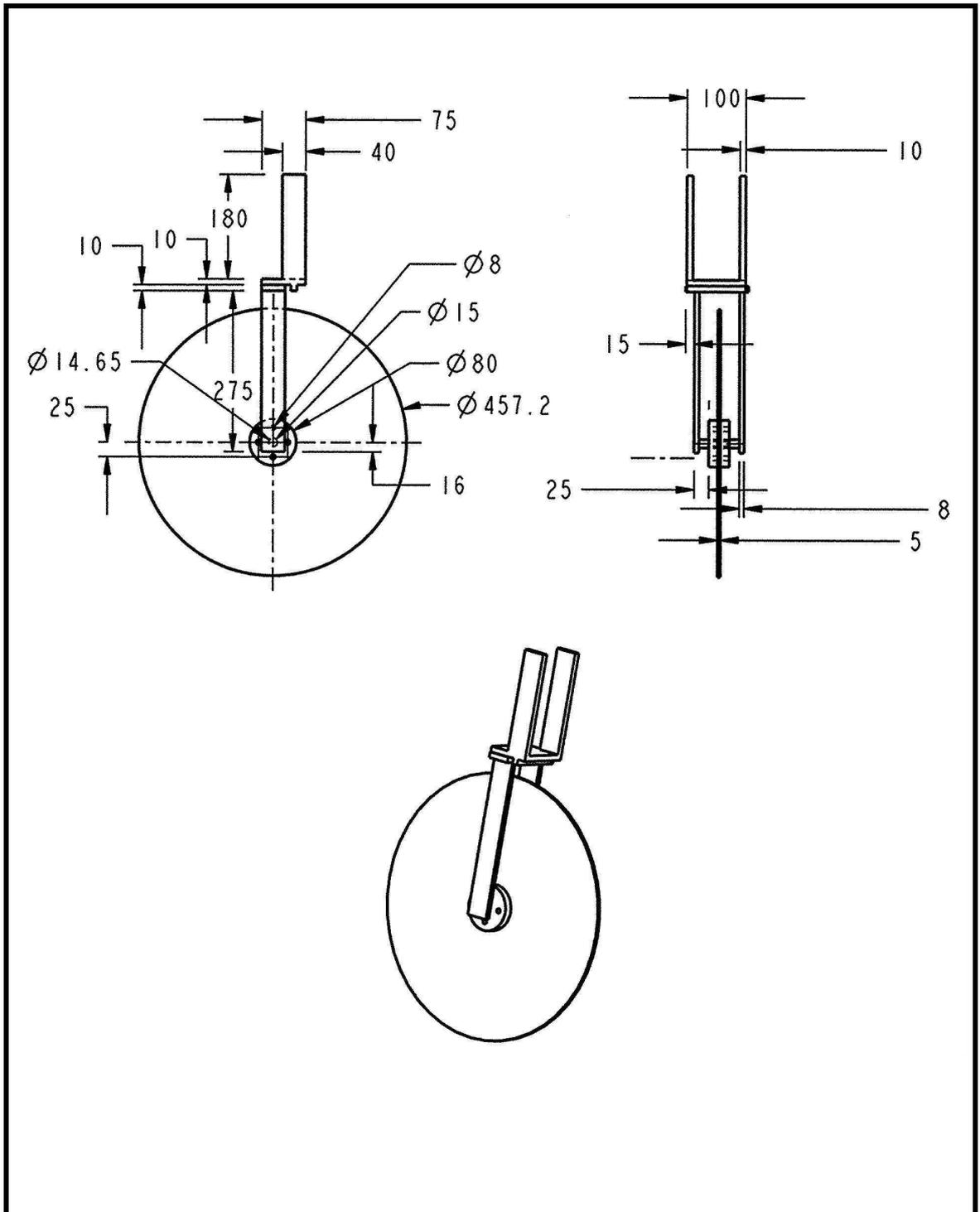


34	Roda Cobridora	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

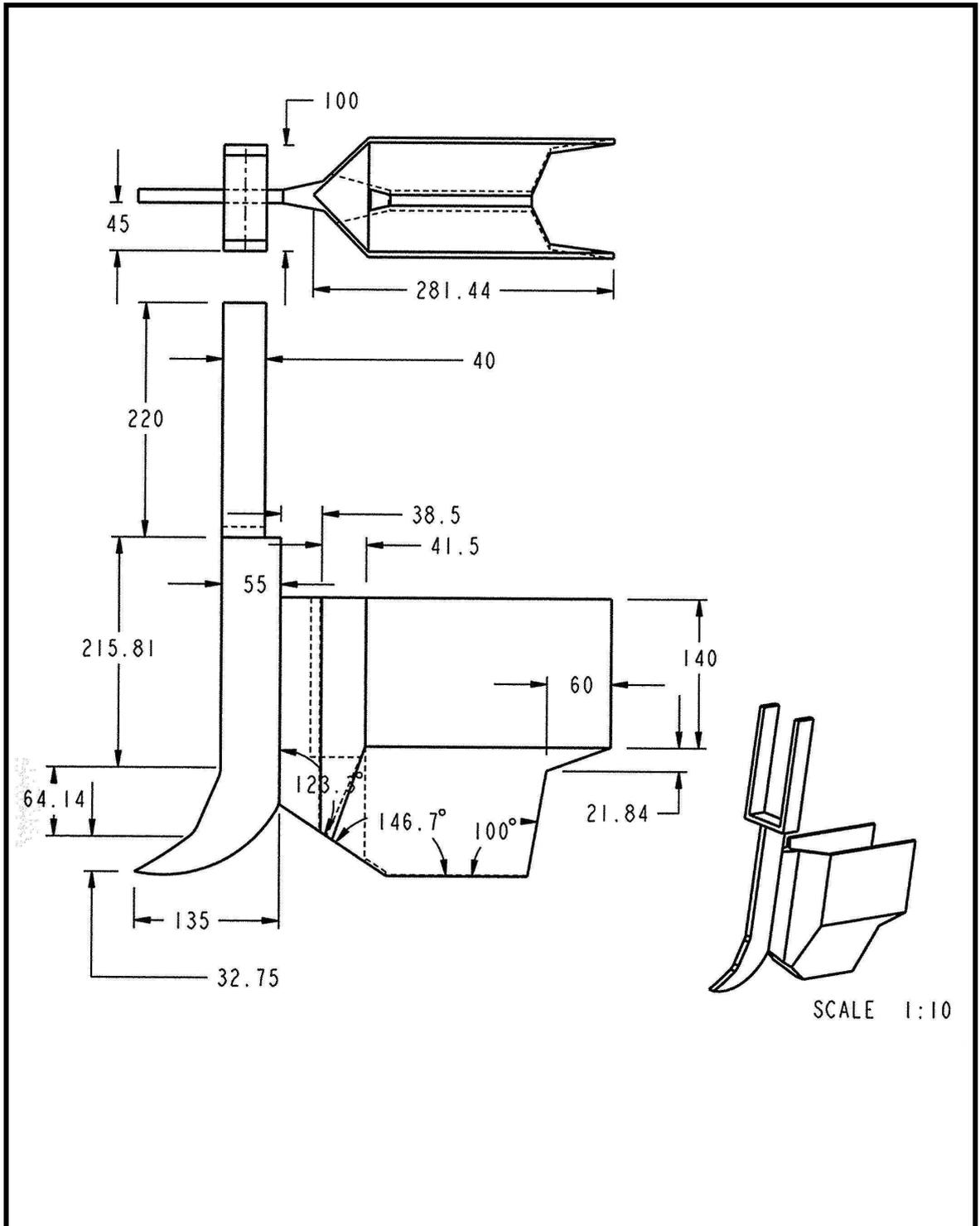
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-4	UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA		
	NOME WANILSON DATA 11/01	DES N° ESCALA	MC Au-4 1:4
TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE mm



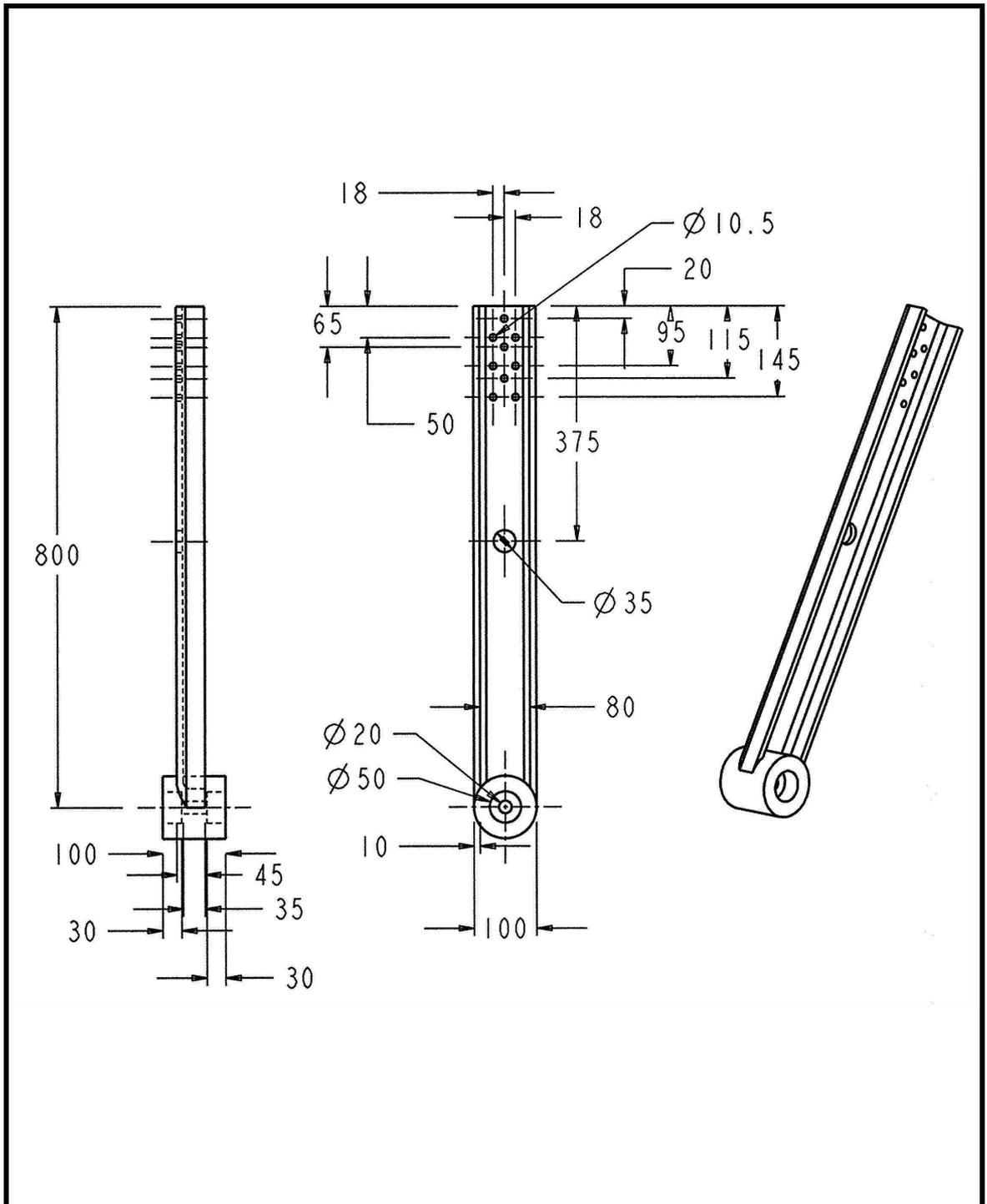
35	Roda Cobridora	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC - ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-4		NOME	WANILSON	DES N ^o	MC Au-4
		DATA	11/01	ESCALA	1:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



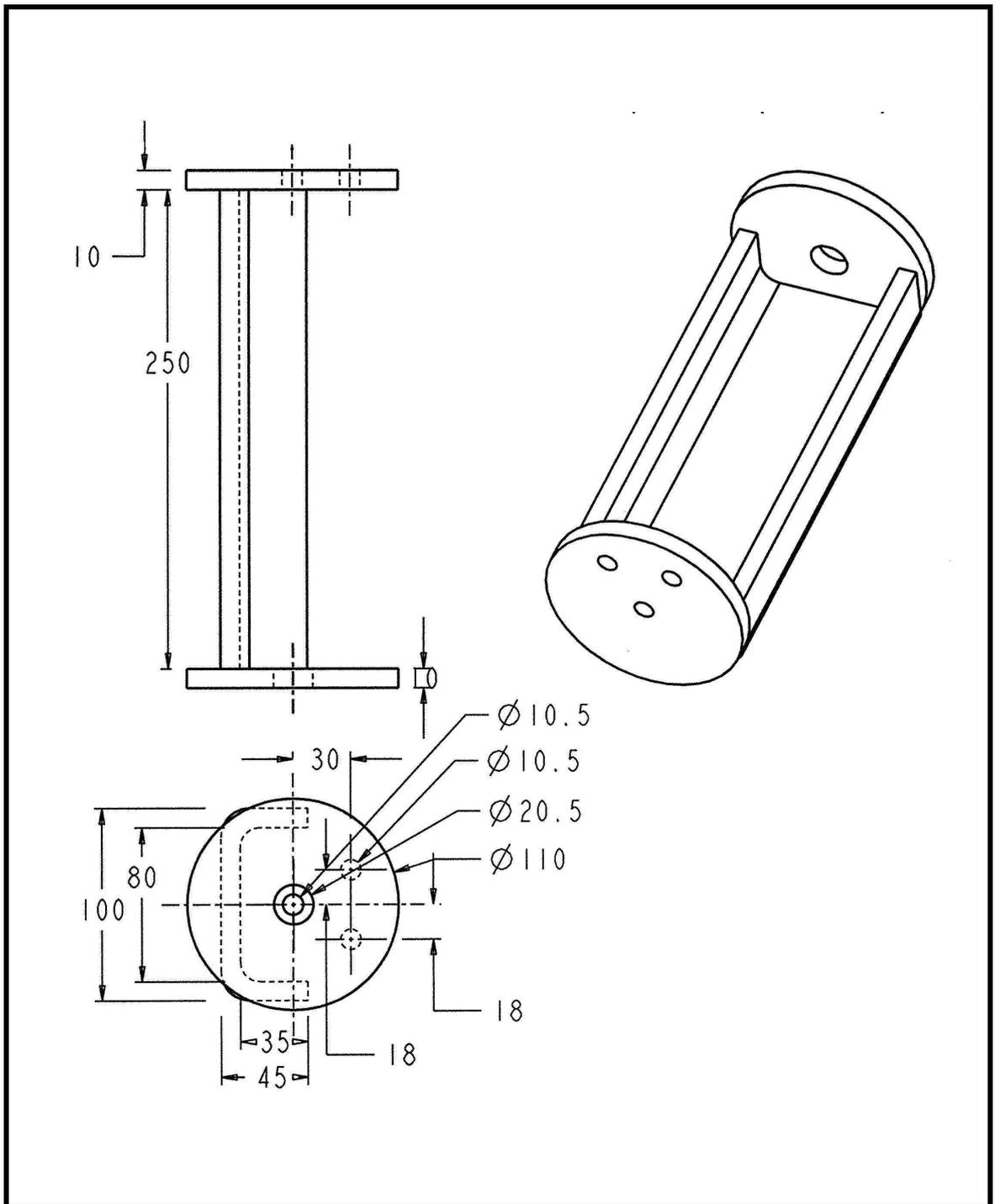
36	Disco de corte	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO E-1		NOME	WANILSON	DES N°	MC E-4
		DATA	11/01	ESCALA	1:10
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



37	Quilha	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-1		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-1
		DATA	11/01	ESCALA	1:5
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE

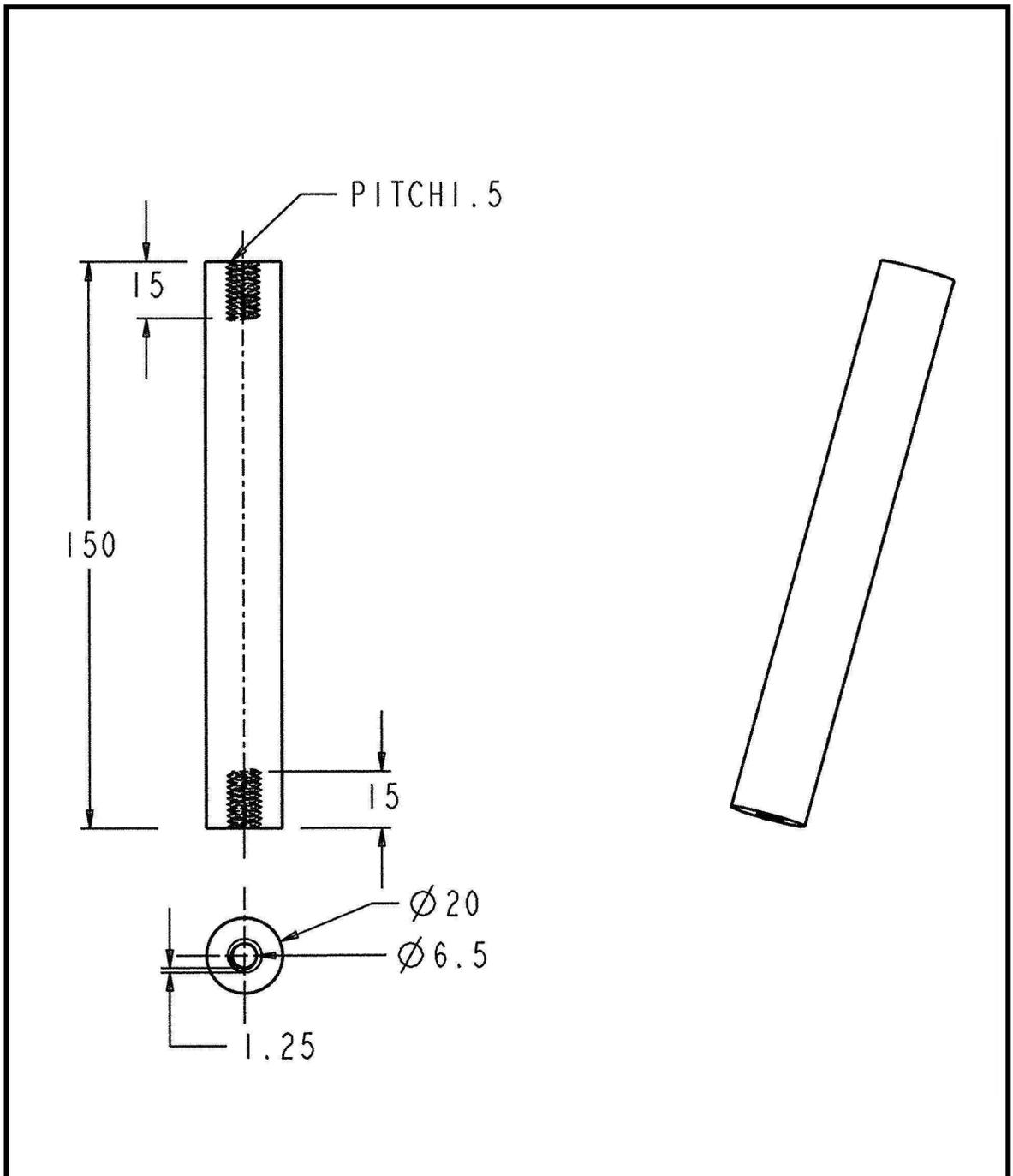


38	Sistema de suporte e locomoção	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC - ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-6		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-6
		DATA	11/01	ESCALA	1:8
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE

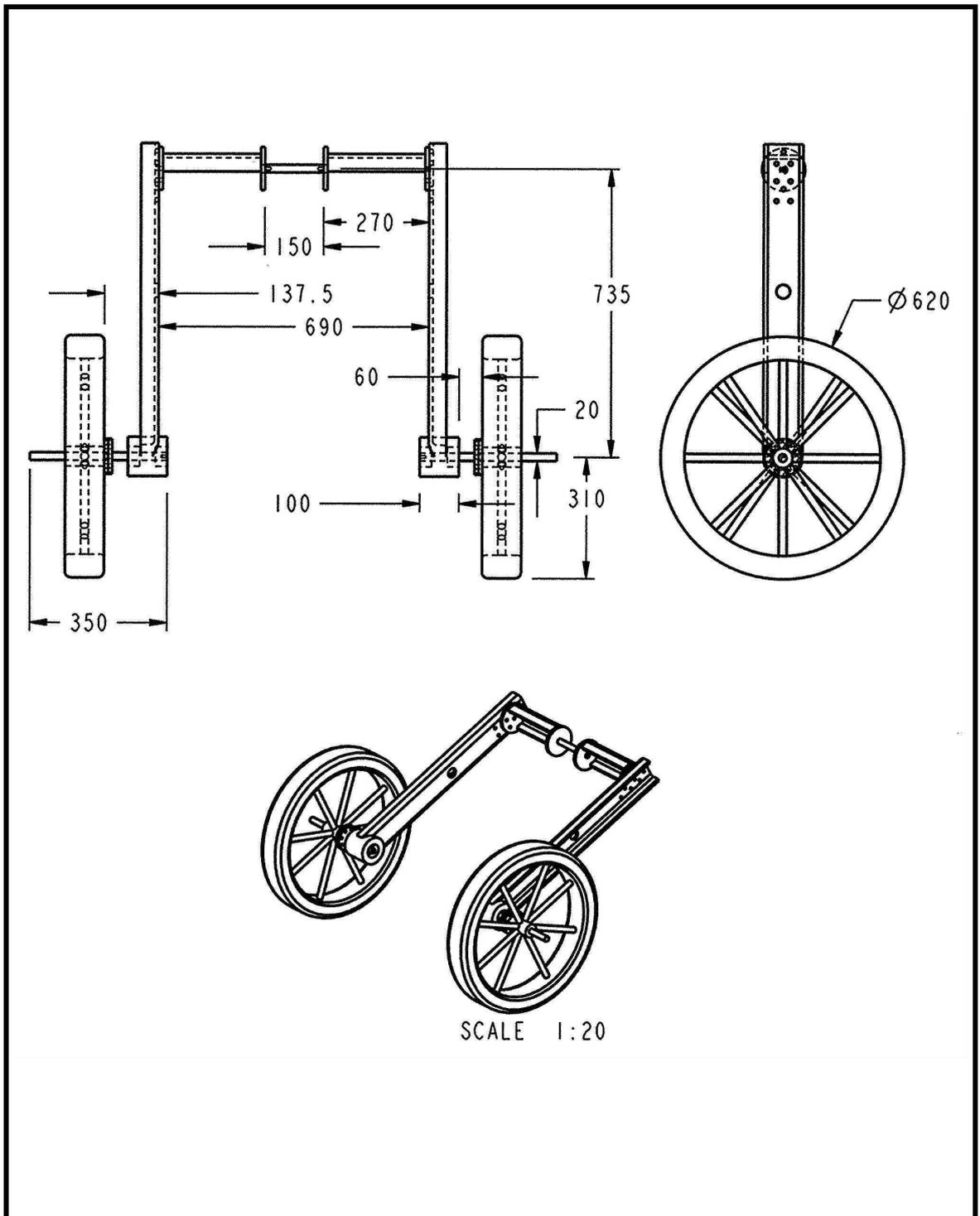


39	Sistema de suporte e locomoção	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

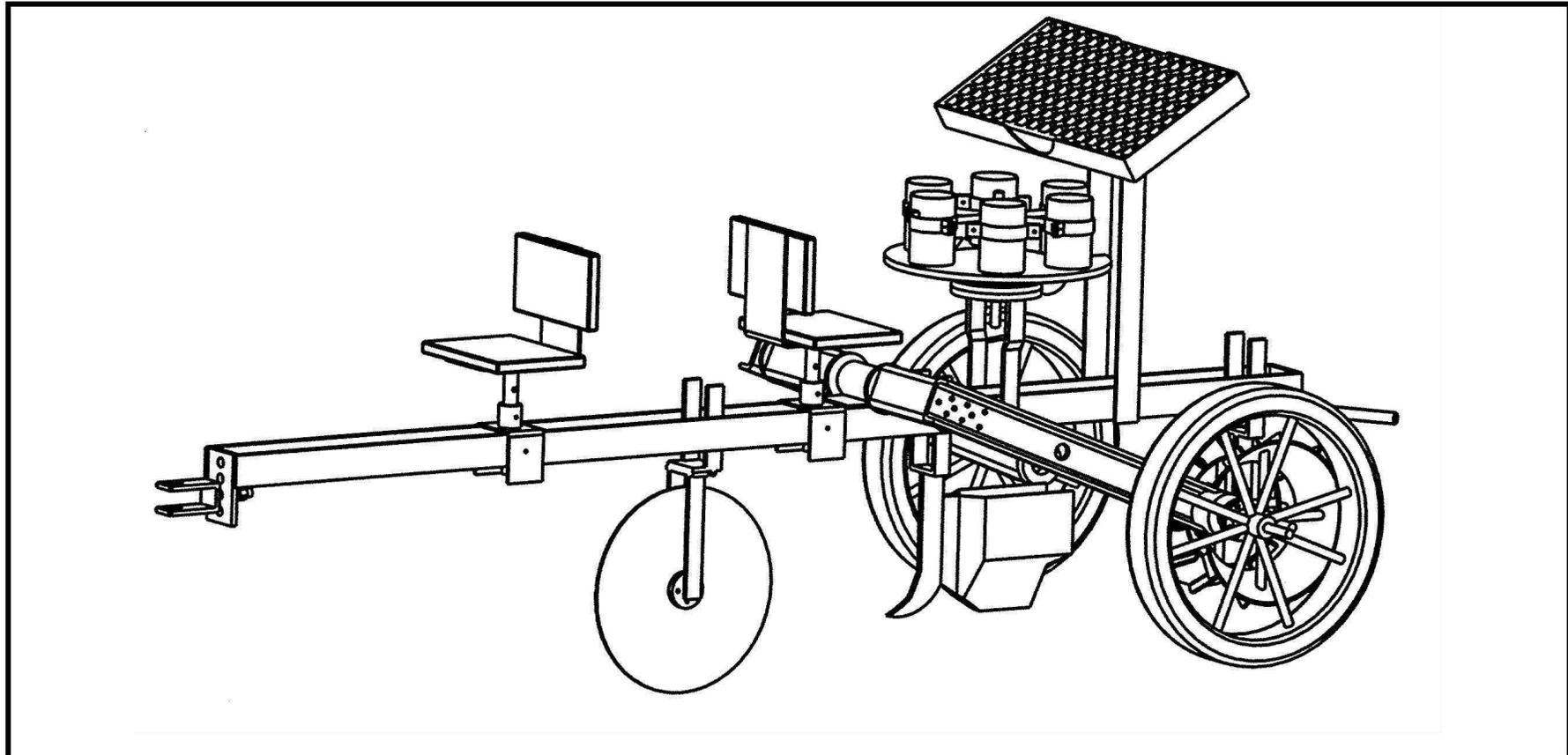
<p>NeDIP</p> <p>TRANSPLANTADORA MODULAR</p> <p>MÓDULO CONSTRUTIVO Au-6</p>	<p>NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS</p>		<p>UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA</p>	
	NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-6
	DATA	11/01	ESCALA	3:8
	TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE
				mm



40	Sistema de suporte e locomoção	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC - ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-6		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-6
		DATA	11/01	ESCALA	5:8
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



41	Sistema de suporte e locomoção	01	Aço ABNT1020	Tolerância IT10	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA			
TRANSPLANTADORA MODULAR MÓDULO CONSTRUTIVO Au-6		NOME	WANILSON	DES N°	MC Au-6
		DATA	11/01	ESCALA	7:100
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS			UNIDADE



PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
NeDIP NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS		UFSC – ENGENHARIA MECÂNICA		
TRANSPLANTADORA MODULAR		NOME	WANILSON	DES N°
		DATA	11/01	ESCALA
		TRANSPLANTADORA DE MUDAS		