

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ADAPTÁVEIS
À MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DO ALHO**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA**

**CLAUDIANO SALES DE ARAUJO JÚNIOR
DEZEMBRO - 1993**

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ADAPTÁVEIS
À MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DO ALHO**

CLAUDIANO SALES DE ARAUJO JÚNIOR

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

ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO PROJETO
MECÂNICO, E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-
RADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA.



Prof. Longuinho C. M. Leal
Co-orientador



Prof. Nelson Back, Ph.D.
Orientador

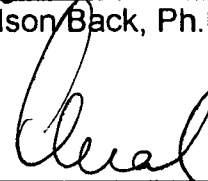


Prof. Berend Snoeijer, Dr. Ing.
Coordenador do Curso

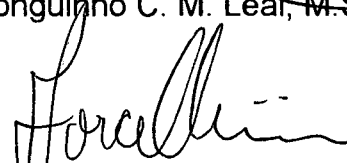
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Nelson Back, Ph.D.



Prof. Longuinho C. M. Leal, M.Sc.



Prof. Fernando A. Forcellini, M.Sc.

**Dedico à minha mãe e à minha vó,
pelo carinho, e compreensão
e à Mari, pelo apoio e incentivo.**

AGRADECIMENTOS

Aos professores Nelson Back e Longuinho C. M. Leal pela orientação, pelo constante apoio e pelo exemplo de trabalho e perseverança.

Aos "sanseis" Sakurai S. e M. Yoneiama pela orientação e apoio no projeto e construção do primeiro protótipo.

Aos demais membros do "staff" do Tsukuba International Agricultural Center, pela boa vontade e exemplo de profissionalismo.

À minha família que, mesmo distante, sempre esteve presente.

A todos aqueles que participaram de forma direta desse projeto, em especial ao estagiário Juliano K. e ao bolsista Renato M, pelo excelente trabalho, e ao amigo Ricardo R., pelas idéias.

Aos colegas do Laboratório de Projeto.

À JICA, Japan International Cooperation Agency, pelo financiamento para a construção do primeiro protótipo.

À CAPES, pela bolsa de estudos.

Em especial, ao Padre Theodoro, a quem eu muito admiro.

ÍNDICE

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Generalidades.....	1
1.2 - Aspectos relacionados à colheita	4
1.3 - Colocação do problema.....	6
CAPÍTULO II - ESTADO - DA - ARTE PARA TECNOLOGIAS RELACIONADAS.....	9
2.1 - Introdução.....	9
2.2 - Colhedoras de alho.....	9
2.2.1 - Lâmina reta.....	9
2.2.2 - Lâmina dupla em "v".....	11
2.2.3 - Colhedora para alho de indústria.....	11
2.3 - Colhedoras de vegetais.....	12
2.3.1 - Colhedoras do tipo "rod digger".....	13
2.3.2 - Colhedoras do tipo "top lifting".....	14
2.4. Considerações finais	16
CAPÍTULO III - ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO.....	17
3.1 - Introdução.....	17
3.2 - Características e restrições agronômicas.....	18
3.2.1 - A colheita do alho	18

3.2.2 - Estimativa da velocidade de trabalho necessária.....	20
3.2.3 - Canteiros de alho	21
3.2.4 - Morfologia da planta	22
3.2.5 - Sensibilidade da planta	23
3.2.6 - Caracterização do solo	23
3.2.7 - Chuvas no período de colheita	24
3.2.8 - Declividade do terreno	24
3.2.9 - Arrancamento	25
3.3 - Caracterização dos consumidores	25
3.4 - Requisitos de qualidade	27
3.4.1 - "QFD" - Atenção aos consumidores diretos	28
3.5 - EPP - Especificação do projeto do produto	29

CAPÍTULO IV - DESCRIÇÃO E PERFORMANCE DO

PRIMEIRO PROTÓTIPO.....	34
4.1 - Introdução	34
4.2 - Metodologia utilizada	34
4.3 - Princípios de solução utilizados no projeto	35
4.4 - Detalhes da solução	37
4.4.1 - Levantamento das ramas	38
4.4.2 - Corte do solo	38
4.4.3 - Levantamento e transporte das plantas	39
4.4.4 - Limpeza dos bulbos	41
4.4.5 - Saída do sistema	41
4.4.6 - Acionamento	41
4.5 - Testes de campo	42
4.5.1 - Danos às plantas	44
4.5.2 - Problemas operacionais	45

4.6 - Conclusões e discussão	46
CAPÍTULO V - PROJETO CONCEITUAL	48
5.1 - Introdução.....	48
5.2 - Estabelecimento de uma estrutura de funções.....	49
5.3 - Geração de soluções alternativas (Método da Matriz Morfológica).....	50
5.3.1 - Descrição dos elementos da matriz morfológica.....	51
5.4 - Identificação da solução apropriada.....	54
5.4.1 - Descrição do princípio de funcionamento da solução.....	54
CAPÍTULO VI - PROJETO PRELIMINAR.....	57
6.1 - Introdução.....	57
6.2 - Conjunto de arrancamento e transporte.....	57
6.2.1 - Cinemática do conjunto (Bancada de Testes).....	58
6.2.2 - Dimensionamento dos parâmetros básicos.....	62
6.2.3 - Outros aspectos relacionados.....	63
6.3 - Conjunto de transmissão de potência.....	66
6.4 - Análise da operação de corte do solo.....	67
6.4.1 - Processo de corte do solo.....	68
6.5 - Conjunto estrutural.....	71
6.6 - Interação trator - implemento.....	73
6.7 - Conjunto de rodados.....	77
CAPÍTULO VII - PROJETO DETALHADO.....	78
7.1 - Introdução.....	78
7.2 - Codificação dos desenhos.....	79
7.3 - Conjunto de arrancamento e transporte / A.....	80
7.3.1 - Rolos e correntes / A-1.....	80

7.3.2 - Mancai com tampa e roda dentada de 16 dentes / A-2.....	81
7.3.3 - Mancai com tampa e roda dentada de 9 dentes / A-3	81
7.3.4 - Mancai sem tampa, lado esquerdo / A-4.....	81
7.3.5 - Mancai sem tampa, lado direito / A-5.....	82
7.3.6 - Eixo de transferência / A-6.....	82
7.4 - Conjunto da lâmina / L.....	83
7.5 - Conjunto de rodados / R.....	83
7.6 - Conjunto de transmissão / T.....	84
7.6.1 - Eixo longitudinal / T-1.....	84
7.6.2 - Eixo transversal / T-2.....	84
7.7 - Conjunto da estrutura / E.....	85
7.7.1 - Estrutura superior / E-1.....	86
7.7.2 - Estrutura lateral / E-2.....	86
7.7.3 - Rigidez entre placas / E-3.....	86

CAPÍTULO VIII - AVALIAÇÃO DO PROJETO

E CONCLUSÕES.....	87
8.1- Introdução.....	87
8.2 - Análise: Projeto preliminar x EPP's.....	87
8.2.1 - Custo de aquisição.....	87
8.2.2 - Sistemas simples.....	88
8.2.3 - Velocidade de operação.....	88
8.2.4 - Alinhamento com o canteiro.....	88
8.2.5 - Advertências escritas.....	89
8.2.6 - Controle de profundidade.....	89
8.2.7 - Confiabilidade.....	90
8.2.8 - Proteção na interface bulbo-máquina.....	90
8.2.9 - Cantos vivos.....	90

8.2.10 - Vida Útil.....	90
8.2.11 - Dispositivos de proteção.....	91
8.2.13 - Peças normalizadas.....	91
8.2.14 - Peso.....	91
8.2.15 - Materiais normalizados.....	91
8.2.16 - Aspectos de desenho industrial.....	92
8.2.17 - Densidade espacial.....	92
8.2.18 - Resistência à corrosão superficial.....	92
8.2.19 - Ruído.....	92
8.2.20 - Pontos de suspensão.....	92
8.2.21 - Manutenibilidade.....	93
8.2.22 - Fabricação.....	93
8.2.23 - Ergonomia.....	93
8.3 - Sugestões de modificações.....	94
8.4 - Análise crítica da metodologia utilizada.....	94
8.5 - Conclusão.....	97
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	99
1. Bibliografia citada.....	99
2. Bibliografia consultada.....	102
APÊNDICES.....	106
Apêndice 1.....	107
Arquivo de entrada (PREP) da placa.....	108
Malha gerada para a placa.....	113
Apêndice 2.....	114
Arquivo de entrada (PREP) da estrutura.....	115
Malha gerada para a estrutura.....	117

Apêndice 3.....	119
Numeração das peças da máquina.....	120
Desenhos dos conjuntos.....	129
Apêndice 4.....	145
Cotação de preços para as peças da máquina.....	146
Apêndice 5.....	150
Desenhos detalhados.....	151

RESUMO

O presente trabalho descreve o método, bem como os resultados obtidos, no processo de desenvolvimento de tecnologias adaptáveis ao processo de mecanização da colheita do alho.

Partindo-se de uma argumentação justificando a necessidade da proposta tecnologia, são utilizados conceitos usuais de metodologia de projeto, através dos quais é gerada uma solução conceitual, seguida de um projeto (preliminar e detalhado), construção e testes de um primeiro protótipo.

Baseando-se na não-adequação desse primeiro protótipo, construído e testado no TIATC (Tsukuba International Agricultural Training Center- Japão), a determinados requisitos de projeto, partiu-se para o reprojeto, visando o desenvolvimento de uma nova solução que melhor se adequasse às especificações estabelecidas.

Para o desenvolvimento do novo protótipo, procurou-se fazer uso mais elaborado das ferramentas de projeto conceitual, gerando-se, a partir daí, uma solução inovadora para o problema proposto.

Utilizando-se esse novo princípio, foi feito o projeto preliminar, e, a seguir, o projeto detalhado desse segundo protótipo. Testes de avaliação do projeto foram realizados, visando-se determinar o grau de adequação desse protótipo aos objetivos propostos. De uma maneira geral, os resultados obtidos foram positivos, favoravelmente comparáveis ao primeiro protótipo. Até dezembro de 1993, esse protótipo não havia sido construído.

ABSTRACT

This work describes both the used method and the achieved results, in the development process of adaptable technologies to the mechanization of the garlic harvesting process.

In its initial part, an argumentation is presented to justify the needs for the proposed technologies. By using an specific design methodology, the first prototype of a garlic harvester is developed, designed, constructed and tested.

Unfortunately, this solution, constructed and tested in the TIATC (Tsukuba International Agricultural Training Center), didn't satisfy some of important requirements. So, it was developed a new solution, which was supposed to achieve better the proposed specifications.

In the development of this new prototype, the conceptual design tools were used in a much elaborated way, from which it was found an innovative solution to the proposed problem.

The preliminary and detailed design of this second prototype was done by using this new principle. Evaluation tests were carried out to estimate how much it was adequate to the proposed aims. Until December-1993, this prototype hadn't been constructed.

Capítulo I

INTRODUÇÃO

1.1 - Generalidades

Até o final dos anos 70, a importação de alho representava ao Brasil uma perda de divisas da ordem de US\$ 30 milhões anuais [01]. Em função da necessidade de economia de divisas, especialmente nos anos que se seguiram à crise mundial do petróleo, o Governo Federal cria, através do Ministério da Agricultura, uma série de programas visando a autosuficiência do país em alimentos. Como parte desses programas, é criado, em 1979, o PLANALHO (Plano Nacional de Produção e Abastecimento de Alho), cuja missão básica era tomar o país autosuficiente do produto.

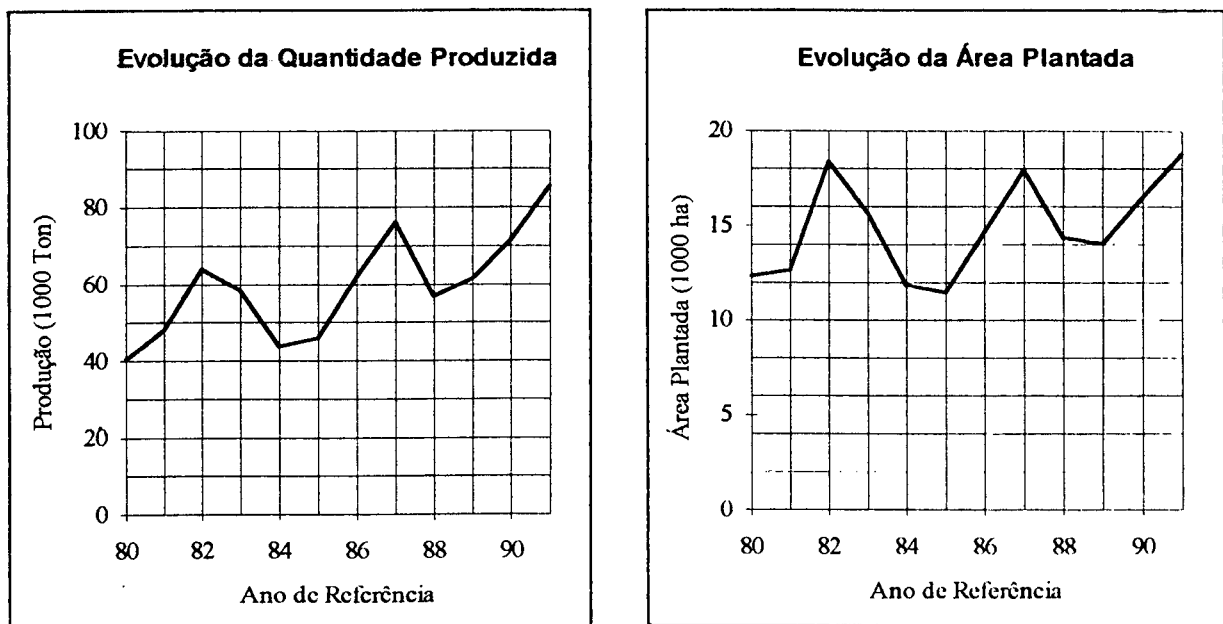


Fig. 1-1: Evolução da cultura do alho no Brasil [02]

As consequências desse plano, depois reforçado com a sua segunda edição, o PROALHO - 1986/90, podem ser diretamente observadas na Fig. 1-1. Nesse período, verifica-se um aumento acentuado tanto da produção quanto da área plantada, enquanto que a produtividade apresentou uma evolução apenas tímida, chegando, somente em 1991, à casa dos 4.500 kg/ha [01].

O Estado de Santa Catarina constituiu uma exceção, dadas às condições mais propícias de solo e clima e, ainda, ao desenvolvimento de cultivares mais adaptados, tendo atingido a casa dos 6000 kg/ha em 1989. Santa Catarina é hoje o maior produtor brasileiro, tendo colhido, em 1991, 22mil ton de alho (Fig. 1-2), o que rendeu aos produtores uma receita bruta da ordem de US\$ 26,4 milhões, para uma área plantada de apenas 4.581 ha.

Apesar dessa alta densidade econômica (aproximadamente US\$ 5.760 por hectare) sugerir, à primeira vista, alta lucratividade da cultura, a situação que se observa não é essa. Já vai longe o tempo em que os produtores chegavam a obter lucros de até 80 % com as lavouras de alho. Era um tempo em que a mão-de-obra era extremamente barata e a concorrência dos alhos estrangeiros era rigidamente controlada pelo governo

federal. A partir da segunda metade dos anos 80, as lavouras de alho começaram a experimentar um período de decadência no que diz respeito à lucratividade (Fig. 1-3), consequência de dois fatores básicos:

1. o constante aumento dos custos básicos de produção e
2. o excesso de oferta do produto no mercado interno.

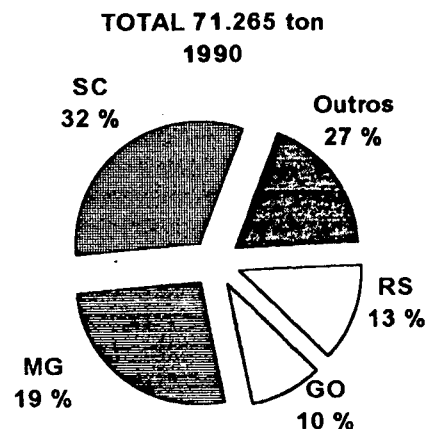


Fig. 1-2: Distribuição da produção [03]

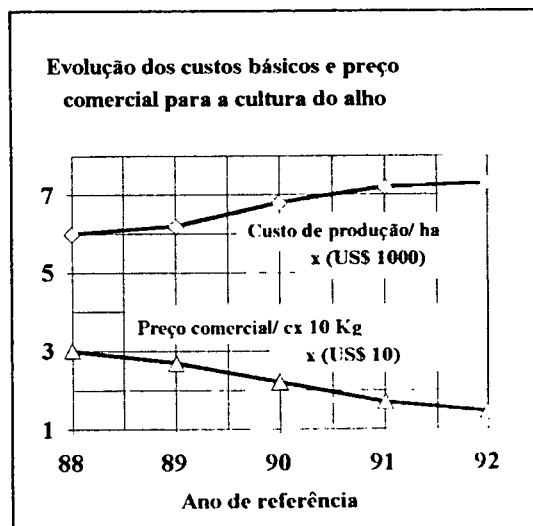
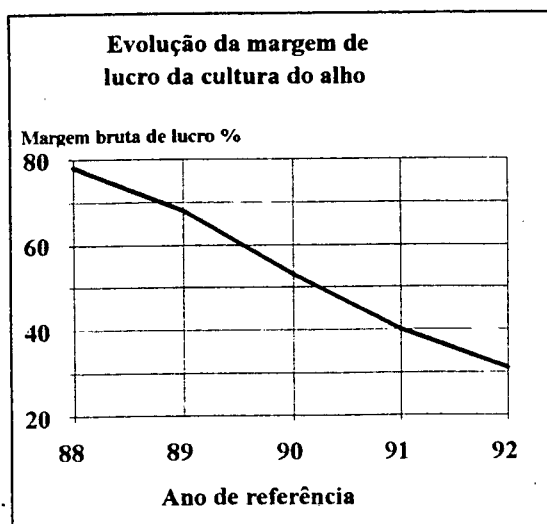


Fig. 1-3: História da lucratividade da cultura do alho [04]

Como consequência desse processo, alta produtividade e competitividade se tomaram, cada vez mais intensamente, as palavras de ordem para aqueles produtores que pretendem sobreviver nesse mercado cada vez mais concorrido, especialmente após a implantação do *MERCOSUL*.

A situação que se coloca pode ser entendida com base na seguinte equação:

$$\text{Valor agregado} = \frac{\text{Benefícios (vantagens)}}{\text{Custo aquisição}} \quad \text{Eq. 1-1}$$

Aqui se vê que a abertura do mercado leva a uma situação em que o consumidor final do produto, suponha uma *dona de casa*, tem a opção de escolher o alho que melhor lhe atenda às necessidades e desejos, quer dizer, lhe ofereça um maior valor (por exemplo, um alho saudável, grande e a um menor preço) indiferentemente da procedência. A consequência disso é realmente a necessidade de otimização, tanto do numerador, quanto do denominador da equação apresentada.

Quanto à melhoria dos benefícios incorporados ao produto "alho", poderiam ser realizadas pesquisas em diversas áreas, como por exemplo, na busca de variedades mais saudáveis. No que tange à redução dos custos, poderia-se ter, por exemplo, o desenvolvimento de equipamentos e mecanismos que viessem a aumentar a capacidade de trabalho do homem.

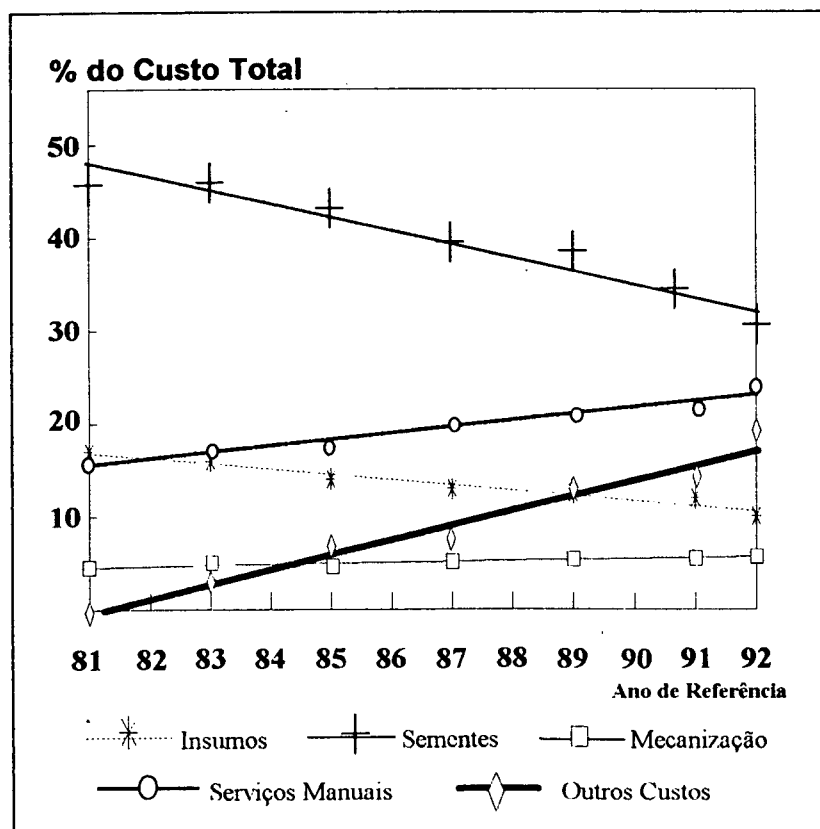


Fig. 1-4: Evolução dos custos relacionados ao ciclo-do-alho [04]

O gráfico da Fig. 1-4 apresenta a evolução de cada um dos custos relacionados ao processo produtivo do alho, em relação ao custo total. Do gráfico, observa-se que a maior contribuição para a elevação dos custos totais é dada pelos custos relacionados a trabalhos manuais.

Foi exatamente baseando-se nessa observação, que o Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), através

de seu Laboratório de Projeto (LP), decidiu implantar, em 1991, uma linha de pesquisa visando o desenvolvimento de tecnologias que levassem à mecanização de todas as etapas do ciclo-de-produção do alho. Acreditava-se que a falta de equipamentos que pudessem aumentar a capacidade de trabalho do homem era um dos principais entraves para a expansão das lavouras de alho, já que qualquer expansão implicaria num aumento demasiado de esforço físico, redução da precisão e demora das operações agrícolas. Partiu-se da premissa de que a mecanização das lavouras de alho iria levar a um aumento tanto da produtividade como da capacidade efetiva de trabalho, dando, por consequência, uma maior capacidade de competição ao alho brasileiro, com relação ao produto externo.

O objetivo da proposta original dessa linha de pesquisas [04] era o desenvolvimento de um sistema mecanizado que envolvesse as operações de debulha, plantio de bulbilhos, colheita, beneficiamento e classificação dos bulbos. As operações acima descritas serviram como temas para dissertações de mestrado, com exceção do plantio de bulbilhos que, por sua maior complexibilidade, é objeto de uma tese de doutorado.

1.2 - Aspectos relacionados à colheita

Os custos relacionados ao processo de colheita, considerando aqui os gastos com mão-de-obra (arrancamento, amarração e transporte do alho até os galpões de cura) e ainda despesas com serviços mecânicos e outros, contabilizam cerca de 9,5% dos custos totais da produção [05]. Por outro lado, sabe-se que aproximadamente 95% do tempo despendido na colheita é consumido no processo de arrancamento e amarração dos bulbos de alho, tarefas essas extremamente cansativas e desconfortáveis.

Um ponto importante em relação à colheita do alho diz respeito à extrema sensibilidade desse vegetal ao chamado *momento de colher*. Os dias que antecedem a colheita são sempre momentos de grande apreensão para os produtores. É amplamente conhecido que, se por algum motivo, o alho não for colhido tão logo tenha completado o ciclo de amadurecimento, o mesmo se torna extremamente suscetível, tanto às várias doenças que infestam as lavouras de alho, quanto ao apodrecimento por permanência demasiada no solo. A discussão parece girar então em *como* se garantir que o alho seja

colhido tão logo amadureça. Dois fatores foram observados como concorrentes em potencial para o problema, sejam eles:

1. a possibilidade de ocorrência de chuvas durante o período de colheita e,
2. a escassez de mão-de-obra para a execução das tarefas de arrancamento, amarração e transporte dos bulbos até os galpões.

Quanto ao fator *chuvas*, sabe-se que a mesma atrapalha a colheita sob quatro diferentes enfoques: a) dificultando o transporte dos trabalhadores horistas; b) dificultando o próprio processo de recolhimento e amarração dos bulbos; c) impedindo a prática da pré-cura e, pior, d) aumentando drasticamente a possibilidade de ocorrência de doenças e apodrecimento. Infelizmente não há meios de controle. Colheita em períodos chuvosos invariavelmente significa queda na produtividade. Resta ao produtor manter-se informado acerca das condições do tempo, de forma a poder manejar o problema da maneira mais racional possível.

No que tange à mão-de-obra, nota-se um constante agravamento na dificuldade em se obter trabalhadores horistas (bóias-fria) para o período da colheita. Ora, por se tratar de uma cultura de caráter micro-regional, é imediatamente perceptível que haverá sempre o fenômeno de coincidência do período de colheita, quando todos os produtores se veem obrigados a colher o alho nos mesmos dias. Daí as conseqüentes disputas por mão-de-obra nesse período, o que leva os agricultores, muitas vezes, a se sujeitarem ao pagamento de salários muito acima do preço normal de mercado como única forma de garantir a colheita em tempo hábil.

Com base na discussão acima, fica evidente que na ocorrência de um, ou pior, dos dois problemas sobrepostos, consideráveis perdas irão, inevitavelmente, ocorrer (e têm ocorrido em anos passados), com conseqüente perda de produtividade da lavoura e, por extensão, competitividade no mercado. Entende-se que essa seja a melhor explicação para a crescente demanda por mecanização do processo de colheita do alho. Os produtores veem na implantação desse tipo de tecnologia uma série de vantagens e oportunidades, quais sejam:

1. possibilidade de ampliação das lavouras, o que significa diminuição do custo por hectare;
2. garantia da colheita de suas lavouras em tempo hábil;
3. eliminação dos constantes problemas com os trabalhadores horistas.

Sabe-se porém que essa demanda por mecanização não encontra resposta, seja a nível de mercado nacional ou, até mesmo, internacional. Muito pouco existe em termos de mecanismos desenvolvidos para solucionar o problema específico da colheita do alho (veja capítulo 2). Tentativas têm sido feitas de adaptação de equipamentos existentes para a colheita de outros tipos de plantas, tais como a batata e a cenoura, ao problema da colheita do alho. Infelizmente os resultados têm sido, até agora, desanimadores.

1.3 - Colocação do problema

Baseando-se nessa necessidade detectada, foi proposto o desenvolvimento de tecnologias que viessem a solucionar o problema da colheita do alho. Por outro lado, tal projeto viria completar a linha de pesquisa implantada no Laboratório de Projeto, conforme comentado acima.

O capítulo 3 apresenta uma análise das necessidades dos consumidores, de onde se identifica a *Função Total*, mostrada na Fig 1-5, a qual, se implementada em um sistema de colheita mecanizada do alho, espera-se, satisfará as presentes aspirações dos produtores a quem o produto se destina.

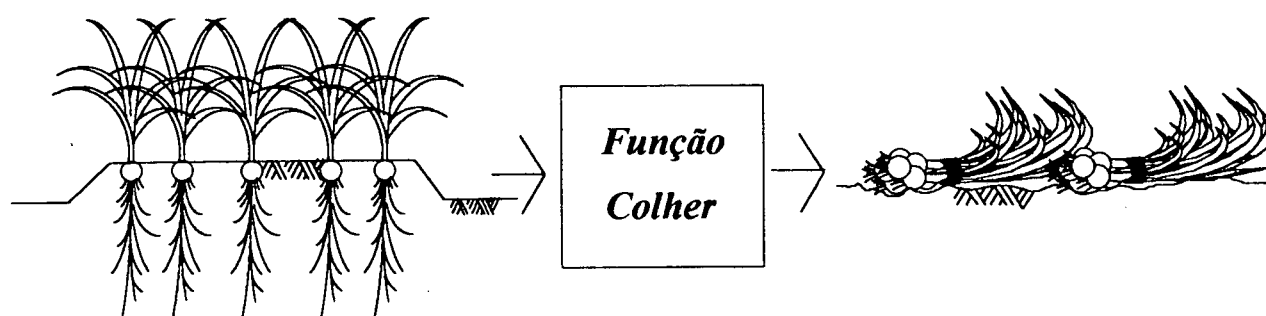


Fig. 1-5: Função total a ser executada por uma colhedora de alho

Considerando-se a saída do sistema, pode-se observar que o problema, conforme colocado, exigiria que as plantas de alho fossem liberadas da máquina já amarradas, formando molhos, de maneira a atender plenamente às necessidades do consumidor.

A partir de uma *análise funcional* do problema, mostrada em detalhes no capítulo 5, concluiu-se que uma máquina que realize a proposta *Função Total* deveria se compor de algumas *Sub Funções* essenciais, conforme apresentado na Fig. 1-6.

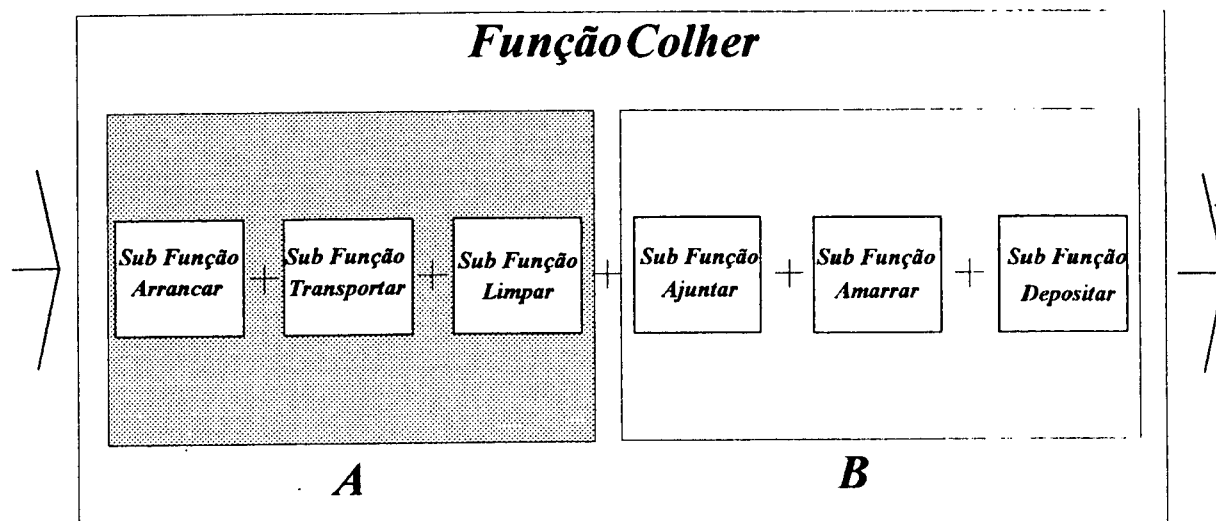


Fig. 1-6: Decomposição da função total

Devido à complexidade relacionada à mecanização de operações de amarração, ao curto período de tempo disponível para a execução desse projeto¹ e, ainda, à inexistência de uma equipe multifuncional que pudesse auxiliar no desenvolvimento do suposto produto, decidiu-se dividir o problema em duas etapas.

Num primeiro momento, seriam estudados, desenvolvidos e testados os princípios (*Sub Funções*) de arrancamento, transporte e limpeza (conjunto A, Fig. 1-6). Na sequência, os resultados alcançados nesses estudos seriam ou transferidos às indústrias interessadas na produção e comercialização do equipamento ou usados como base para um outro trabalho de dissertação de mestrado, cuja tarefa seria a de implementar as demais *Sub Funções* (conjunto B, Fig. 1-6), necessárias a se alcançar a *Função Total Colher*, mostrada na Fig. 1-5.

Dois objetivos guiaram o desenvolvimento dos trabalhos relacionados à primeira etapa desse projeto, objeto do presente trabalho de dissertação, sejam eles:

1. definir, o mais exatamente possível, o problema a ser solucionado - a idéia era desenvolver um produto economicamente viável, no que diz respeito à adequação às condições e restrições impostas pelo consumidor em potencial;
2. fundamentar a concepção tecnológica e o projeto mecânico nas condições e restrições estabelecidas quando da definição do problema.

¹ A CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, restringia, em 1991, as bolsas de mestrado em um período máximo de dois (02) anos, mais carência de seis (06) meses.

Portanto, para a primeira fase dos trabalhos, o que se pretendia era obter um relato organizado e minucioso a respeito das necessidades e desejos do usuário em potencial para o produto a ser desenvolvido. As informações levantadas vão desde estudos a respeito de patentes, até a caracterização agrônômica do alho.

Objetivando-se traduzir os desejos do consumidor, usualmente de natureza qualitativa, em requisitos de projeto, de natureza mensurável, fez-se uso do mapa conceitual denominado *casa da qualidade*. Esses *requisitos de projeto*, ou *requisitos de qualidade*, constituíram a especificação de projeto do produto, EPP, documento que serviu como base para a tomada de decisão em todas as fases que se seguiram.

Definido o problema, partiu-se para a etapa de concepção tecnológica e projeto mecânico. Esta etapa foi dividida em duas grandes fases que dizem respeito ao desenvolvimento de duas concepções para solução do problema.

Numa primeira fase, descrita no capítulo 4, partiu-se de um princípio de arrancamento já utilizado para a colheita de outros vegetais e tentou-se adaptá-lo ao problema da colheita do alho.

Como consequência da não adequação dessa primeira concepção a determinadas especificações de projeto, partiu-se para a segunda fase, que consistiu em retomar o problema conforme originalmente proposto, fazer uso de uma metodologia de projeto diferenciada daquela usada no desenvolvimento do primeiro protótipo e, então, elaborar uma nova solução, mais adequada aos requisitos propostos.

Todo o processo de desenvolvimento conceitual e projeto preliminar da nova solução está descrito nos capítulos 5 e 6 deste trabalho. No capítulo 7, tem-se o projeto detalhado e, finalmente, no capítulo 8, apresentam-se as conclusões e discussões a respeito do trabalho desenvolvido.

Capítulo II

ESTADO-DA-ARTE PARA TECNOLOGIAS RELACIONADAS

2.1 - Introdução

Neste capítulo, são identificadas e analisadas as diversas concepções de máquinas e implementos desenvolvidos para a colheita do alho e vegetais de morfologia similar.

As áreas pesquisadas abrangeram: a) legislação - patentes, marcas registradas e projetos registrados; b) relatórios, artigos e livros de referência; c) produtos comerciais que foram desenvolvidos para problemas de natureza similar; d) dados estatísticos; e e) informações obtidas diretamente, através de visitas aos produtores de alho.

2.2 - Colhedoras de alho

2.2.1 - Lâmina reta

O primeiro mecanismo que se tem notícia, pelo menos a nível de Brasil, desenvolvido e testado exclusivamente para a colheita do alho foi projetado, em 1979, pela UEPAE, Brasília [05]. Esse equipamento, conhecido como "faca colhedora", continua sendo o único implemento comercialmente disponível, no Brasil, para a colheita do alho. Constituindo-se basicamente de uma lâmina, têm sido desenvolvidas e testadas nas mais diversas configurações. A função básica executada é o "corte" do solo, rente à base do bulbo, de modo a separar o bulbo do sistema de enraizamento da planta, o que facilita a colheita manual que sucede a tal processo.

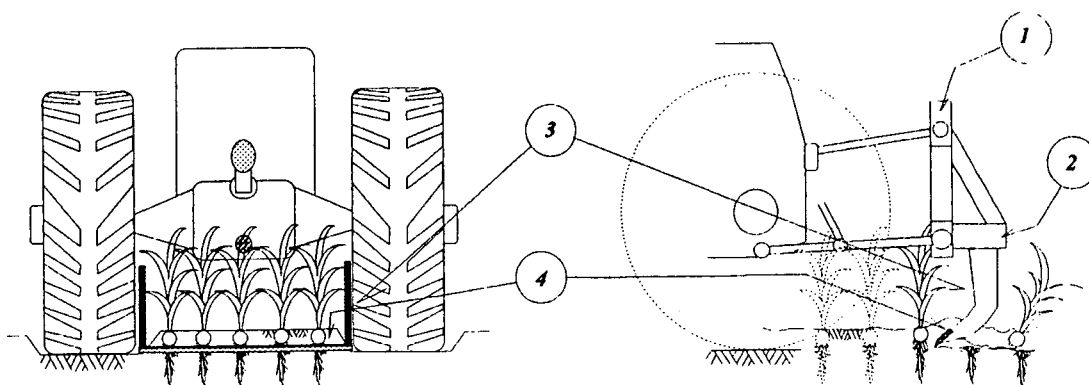


Fig. 2-1: Lâmina para corte das raízes do alho



Fig. 2-2: Lâmina colhedora de alho em operação

A Fig. 2-1 mostra o desenho esquemático de uma dessas lâminas, a qual é composta de um elemento interfaceador (1), que é acoplado aos três pontos do trator, de um corpo rígido (2), que suporta e transmite os esforços ao trator e ainda fornece peso necessário à penetração da lâmina, do braço da lâmina (3) e da própria lâmina (4), que executa o corte do canteiro. Assim que o trator se posiciona em relação ao canteiro, o tratorista abaixa a lâmina até que a mesma toque a superfície do canteiro. À medida que o trator avança, a lâmina, por uma ação conjunta da geometria da ferramenta e do peso do implemento (algumas vezes acrescido de lastros), penetra no solo até atingir a profundidade de trabalho (entre 10 e

15 cm). Procede-se então o corte por toda a extensão do canteiro. Ao final, tem-se as plantas liberadas de seu enraizamento. A Fig. 2-2 mostra a foto de uma dessas lâminas em operação.

2.2.2 - Lâmina dupla em 'V'

A Fig. 2-3 apresenta o desenho esquemático de uma concepção desenvolvida e testada na ex-URSS [06]. A diferença dessa concepção para o modelo acima apresentado está na geometria e no posicionamento da lâmina. Aqui, tem-se duas lâminas (1), "em flecha", espaçadas. Esse par de lâminas é montado sob uma estrutura de perfis (2) a qual é ligada a um elemento interfaceador (3), que conecta o implemento ao trator. Todo o conjunto é suportado por rodas (4), através das quais é feito o controle de profundidade de trabalho das lâminas.

Pelo desenho, pode-se observar que o equipamento se adapta tanto a culturas desenvolvidas em canteiros de cinco linhas, quanto para sistemas de plantio direto, com linhas duplas espaçadas de 40 cm.

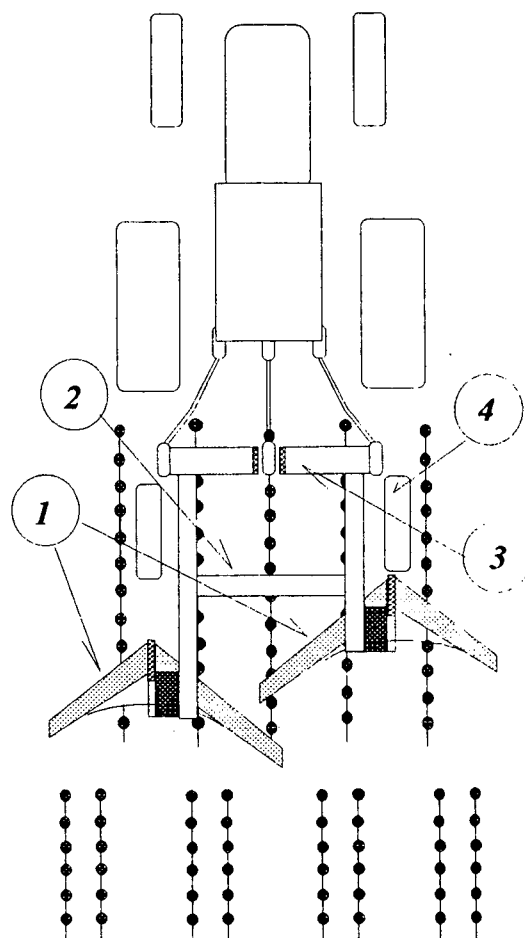


Fig. 2.3: Lâmina dupla em "V"

2.2.3 - Colhedora para alho de indústria

Considerando-se agora o alho dito *de indústria*¹, algumas concepções podem ser encontradas a nível comercial. É o caso do implemento mostrado na Fig. 2-4, disponível no Japão e amplamente comercializado na Tailândia, grande produtor mundial de alho. Para essa concepção, o alho é arrancado pelo princípio conhecido como "rod-digger" (veja item 2.3.1). Uma operação de corte das hastas,

¹ Considera-se *Alho para indústria* ao alho destinado às indústrias de processamento de alimentos (temperos).

executada, por segundo implemento, precede a operação de arrancamento. Aqui, após terem sido arrancadas, as plantas de alho são separadas do solo e limpas por um conjunto de rolos transversais, dotados de pequenas pás. Ao final, as plantas são despejadas em *containers*, de onde serão transportadas para galpões, onde são selecionadas e comercializadas às indústrias de temperos. Observe-se que, aos produtores desse tipo de alho, o que importa é tão somente a produtividade da lavoura. O aspecto estético do produto não tem importância para esse tipo de mercado.

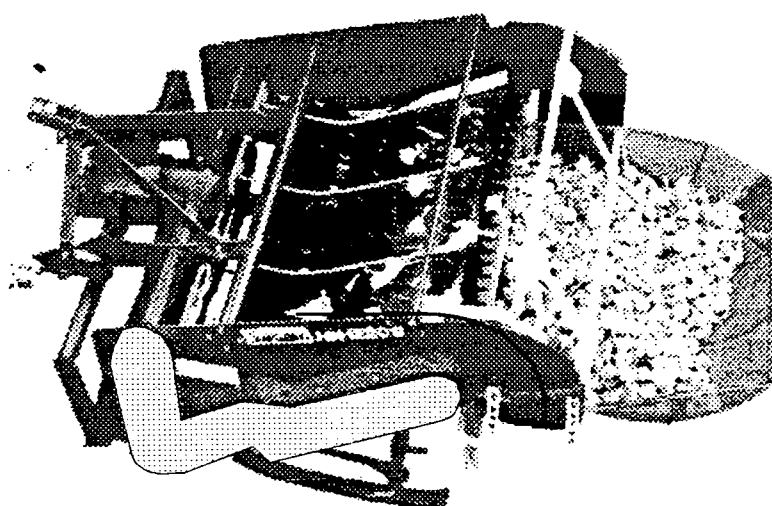


Fig. 2-4: Colhedora de alho para Indústria

2.3 - Colhedoras de vegetais

Evitando restringir-se exclusivamente ao alho, encontrar-se-á, na literatura, uma grande quantidade de referências acerca de implementos desenvolvidos para a colheita dos mais diversos tipos de vegetais e tubérculos. Já em 1948, o Professor J.B. Powers publicava os resultados obtidos nos testes de uma máquina para a colheita de beterraba doce [07]. Em 1950, é feita a publicação dos resultados da primeira colhedora de cebola que se tem notícia [08]. Daí por diante, foram publicados inúmeros artigos, como aqueles apresentados nas referências 09 até 15. Vale observar que, durante esse período, grandes melhorias foram alcançadas, principalmente em termos de desempenho, dessas máquinas.

As máquinas cresceram e se sofisticaram, tentando se adequar às necessidades de alta produtividade imposta, principalmente, depois do advento da revolução verde². Por outro lado, observa-se que muito pouco se progrediu em termos princípio de arrancamento. Pode-se dizer que a grande maioria desses equipamentos utilizava, e utiliza até hoje, um dos princípios de arrancamento descritos na Fig. 2-5.

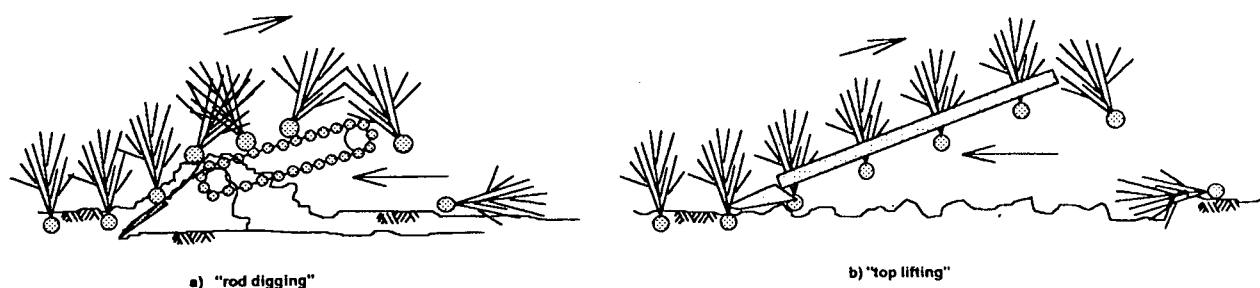


Fig. 2-5: Princípios básicos de arrancamento

2.3.1 - Colhedoras do tipo "rod digger"

As colhedoras que utilizam o princípio de arrancamento conhecido por "rod digger", aqui denominadas apenas colhedoras do tipo "rod digger", são utilizadas, com sucesso, na colheita de determinadas leguminosas, tais como a batata e a beterraba-de-açúcar.

Para essa solução, as plantas são arrancadas, junto com uma *camada de solo*, por uma lâmina inclinada. A seguir, toda essa *camada de solo* é transportada até um sistema de rolos que se encarrega de separar a terra das plantas, por meio de um processo de rolamento. É esse mesmo conjunto de rolos que transporta e entrega as plantas colhidas aos sistemas seguintes, se existentes.

Este princípio de arrancamento apresenta, como maior vantagem, baixo custo. Apresenta ainda, como vantagem adicional, a não-necessidade de precisão de plantio ou forma de canteiro, já que a colheita é feita em um processo por varredura. As desvantagens são, basicamente, a necessidade de movimentação de grande quantidade de terra, com conseqüente desperdício de energia, e o manuseio descuidado das plantas, devido ao processo de rolamento plantas-solo, o que, em certos casos, pode inviabilizar a utilização de tal princípio. A Fig. 2-6 apresenta a foto de uma dessas máquinas, utilizada na colheita de batatas, produzida e comercializada na Ilha de Hokaido, Japão.

² Revolução Verde (Green Revolution) corresponde ao pacote tecnológico implantado, nos anos 50-60, pelo Governo dos EUA.

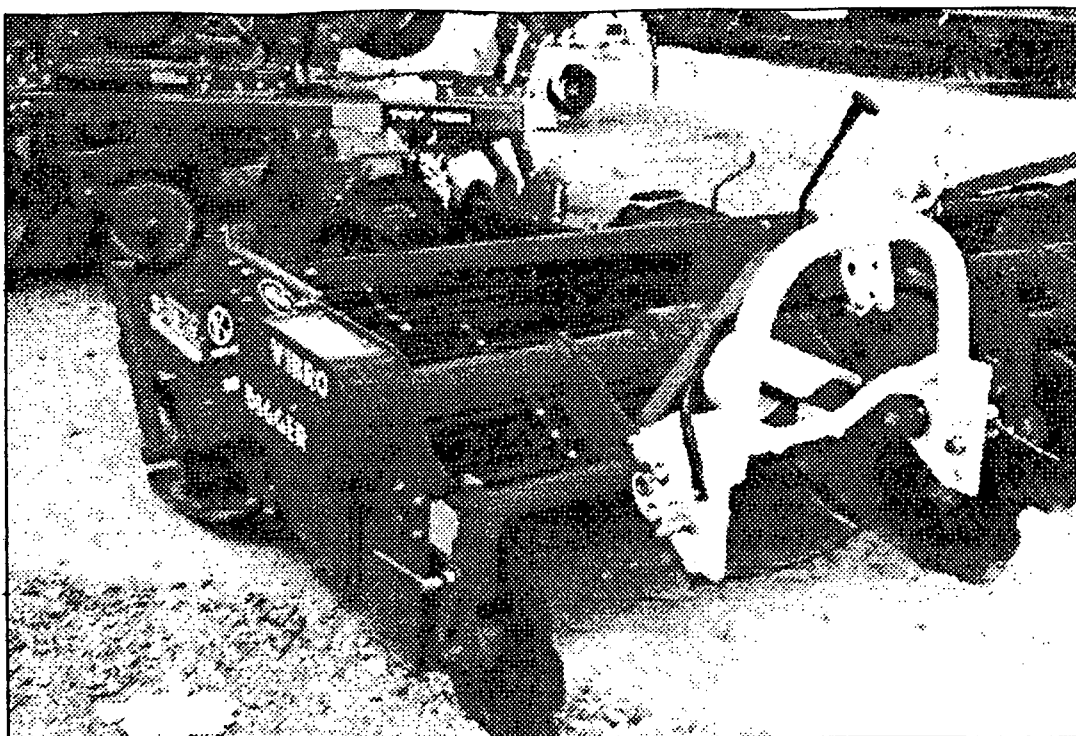


Fig. 2.6: Colhedora de batatas do tipo "rod digger" (Iseki CO, Japão)

2.3.2 - Colhedoras do tipo "top lifting"

Nas colhedoras que utilizam o princípio de arrancamento do tipo "top lifting", como o modelo apresentado na Fig. 2-7, as plantas são arrancadas por meio de suas hastes. O próprio sistema de arrancamento, normalmente um par de correias, também executa o transporte da planta até os sistemas secundários, caso existam.

Esse princípio tem como principal vantagem o manuseio cuidadoso das plantas, já que o único contato da máquina com a planta se faz por intermédio das hastes. A maior desvantagem é a necessidade de precisão de plantio e forma do canteiro, pois a colheita é "por linha" (em alguns casos colhem-se duas linhas ao mesmo tempo). Outra desvantagem é que, caso se deseje colher várias linhas ao mesmo tempo, haverá necessidade de implementação de vários sistemas de arrancamento em paralelo numa mesma máquina, aumentando custos de fabricação, montagem e manutenção. Máquinas utilizando esse princípio são amplamente utilizados na colheita de vegetais, tais como cenoura, cebola e outros [08] [09] [10].

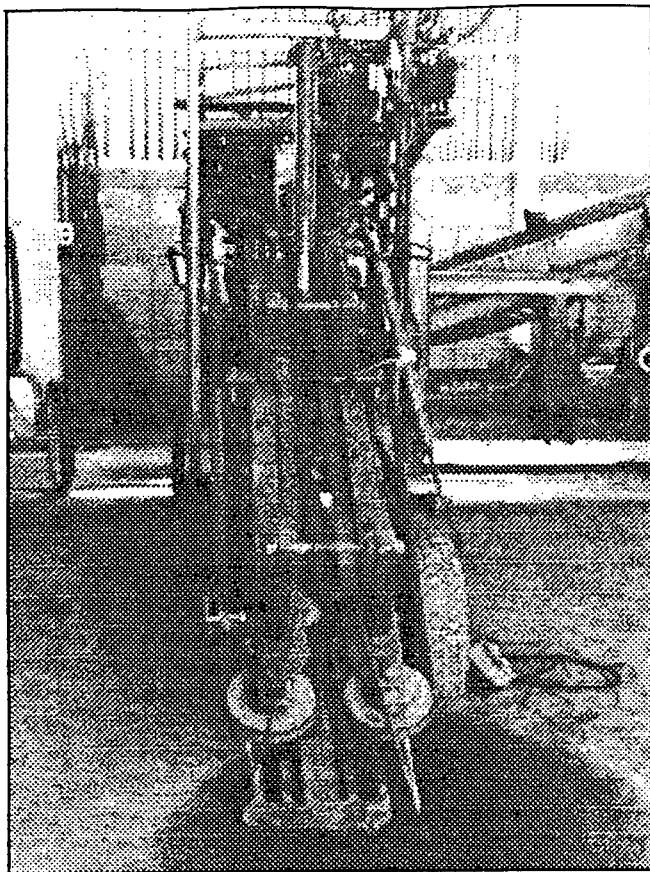
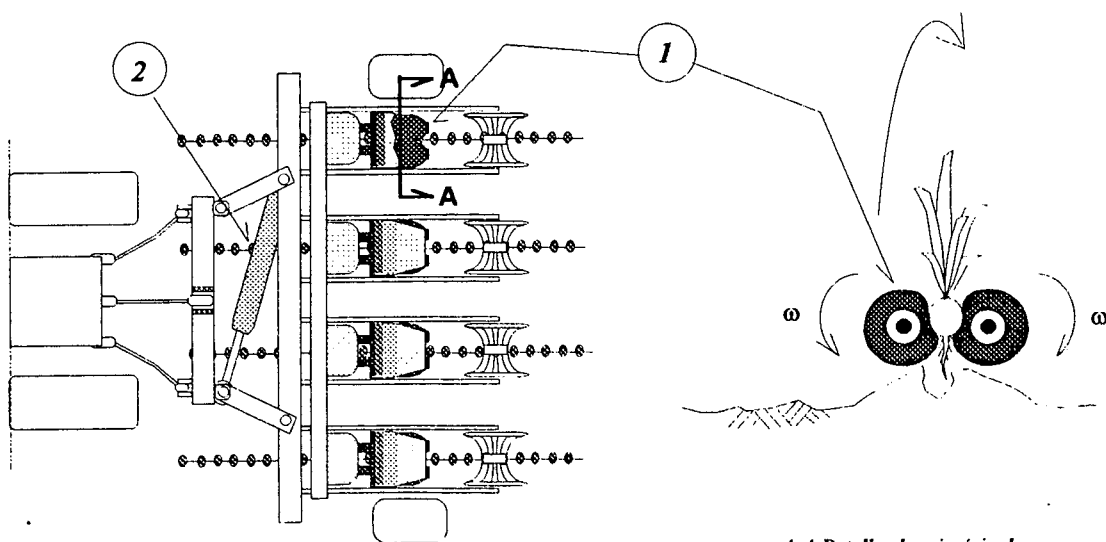


Fig. 2-7: Colhedora do tipo "top-lifting"

Paralelamente a esses dois princípios básicos de levantamento, outros princípios têm sido inventados e testados, tanto a nível acadêmico quanto industrial. Bons resultados foram obtidos, por exemplo, com uma máquina de origem italiana, atualmente sendo testada na colheita de cenouras e cebolas na Ilha de Hokaido, Japão. A Fig. 2-7 mostra o esquema ilustrativo dessa concepção. À medida que o trator avança, as plantas vão sendo arrancadas por efeito de uma força centrífuga, imposta pelos elementos girantes (1) de borracha. A principal desvantagem é a necessidade de alinhamento máquina - linha de plantio, em parte amenizada

com a implementação, nessa máquina, de um sistema hidráulico (2), controlado remotamente, que tenta manter os diversos conjuntos levantadores alinhados com as plantas. A outra desvantagem é o preço elevado de tal equipamento.



A-A Detalhe do princípio de arrancamento

Fig. 2.8: Colhedora com "borrachas girantes"

2.4 - Considerações finais

O conjunto das concepções analisadas e descritas ao longo deste capítulo dão uma idéia bastante abrangente de como se encontra o estado-da-arte para tecnologias relacionadas, tanto à colheita do alho, quanto à colheita de outros vegetais.

A inexistência de uma máquina realmente adequada às características e condições dos produtores de alho de Santa Catarina, isto é, nos moldes da Fig. 1-5, é imediatamente evidente, justificando, portanto, os esforços na busca de soluções tecnológicas passíveis de serem implementadas em equipamentos a serem desenvolvidos para colheita do alho.

Capítulo III

ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

3.1 - Introdução

Considera-se a *especificação de projeto de um produto*, como sendo o *real* ponto de partida para qualquer atividade de projeto [18]. Organizada na forma de documento, a EPP deve ser a mais compreensiva e detalhada possível, de forma a servir como referência para a tomada de decisões em todas as fases consecutivas do projeto. Por outro lado, ela deve ser elaborada de maneira tal a responder às necessidades e aspirações dos consumidores a quem o produto se destina, e, ainda, levar em consideração as diversas restrições impostas ao projeto. Ao final, o produto obtido deverá estar em conformidade com as especificações, mesmo que estas tenham sido alteradas ao longo do desenvolvimento. Acredita-se que, assim procedendo, conseguir-se-á um produto *adequado ao uso*, ou seja, com qualidade assegurada, o que implica em boas chances de sucesso no mercado.

O presente capítulo apresenta a metodologia, bem como os resultados obtidos, no processo (Fig. 3-1) de elaboração da EPP. Inicialmente, são abordadas as características e restrições de origem agrônômicas, as quais o equipamento a ser desenvolvido deverá levar em consideração. A seguir, é feito um trabalho de identificação e caracterização dos consumidores. Baseando-se nesse estudo, e utilizando o método da Casa da Qualidade (QFD), essas necessidades (e desejos) são "traduzidas" em parâmetros de engenharia, denominados *requisitos de qualidade*.

Tomando-se os requisitos de qualidade, e levando-se em consideração as restrições agrônômicas, é elaborada a *Especificação de Projeto do Produto*, objetivo final do capítulo.

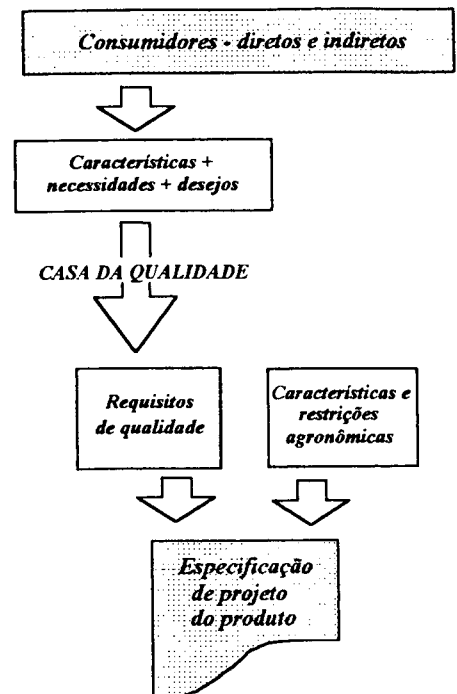


Fig. 3-1: Processo elaboração da EPP

3.2 - Características e restrições agrônômicas

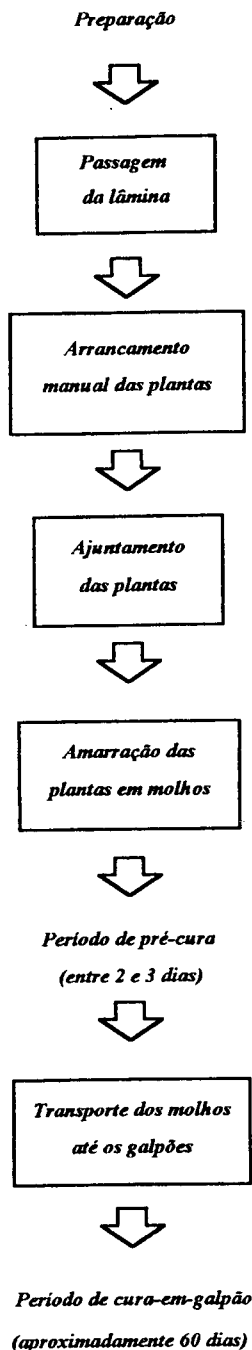


Fig. 3.2: Etapas básicas na colheita do alho

3.2.1 - A colheita do alho

A Fig. 7-2 apresenta as etapas básicas da colheita do alho. O alho deve ser colhido quando atinge a fase de maturação total, o que pode ser estimado em 180 dias [04][05][19]. O amadurecimento e secagem das ramas são características visuais dessa maturação. Na prática, porém, usa-se colher o alho no seu pré-ponto de colheita fisiológica, ou seja, um pouco antes do amadurecimento. Com tal medida, procura-se garantir que a película protetora do bulbo esteja branca e brilhante depois da limpeza, conseguindo, por consequência, uma melhor colocação no mercado.

A preparação para a colheita começa dias antes, com a contratação de trabalhadores horistas (bóias-frias), preparação das máquinas e galpões. Para a região de Caçador e Curitibaanos, os horistas são contratados a um custo médio de US\$ 6 / dia, para os homens, e US\$ 3 / dia, para as mulheres e crianças.

A colheita se inicia sempre nas primeiras horas do dia. Para tal, os produtores de alho normalmente providenciam o transporte dos bóias-fria até a fazenda, para garantir que não haja atrasos. Para facilitar a cura e o armazenamento, a colheita é feita preferivelmente com o terreno seco. Na primeira etapa da colheita, faz-se uso de uma lâmina ("faca"), que cisalha o canteiro cortando as raízes bem abaixo do bulbo (Figs. 2-1 e 2-2). A seguir, um primeiro grupo de pessoas, normalmente homens, executa o arrancamento do alho (Fig. 3-3). Note-se que as plantas devem ser colhidas inteiras, isto é, bulbos juntos com as ramas, e assim conservadas

até o final do processo de cura, o que irá fornecer a selagem e a cicatrização do ápice dos bulbilhos. Cabe ainda a esse primeiro grupo a limpeza prévia dos bulbos, livrando-os do excesso de terra (Fig.3-4). Para isso, os bulbos são batidos levemente contra a chão.



Fig. 3-3: Arrancamento manual das plantas



Fig. 3-4: Detalhe do bulbo após a colheita



Fig. 3-5: Plantas ajuntadas no centro do canteiro



Fig. 3-6: Amarração das plantas em molhos

Na sequência, um segundo grupo de trabalhadores faz o ajuntamento das plantas no centro do canteiro (Fig. 3-5). Em seguida, um terceiro grupo, normalmente composto de crianças e mulheres, faz o amarramento das plantas em "molhos" (Fig. 3-6) compostos de cerca de 15 a 25 plantas. Para o amarramento, utilizam-se cordas de sisal ou, mais recentemente, elásticos de borracha.

Os molhos são agora dispostos sobre o canteiro, onde permanecem, caso as condições sejam propícias¹, por 2 ou 3 dias, para o processo de pré-cura. Após esse período, os molhos são recolhidos e transportados até os galpões com a ajuda de carretas, acopladas em tratores de rabiça.

A cura em galpão dura cerca de 60 dias, quando o alho estará totalmente curado, pronto para ser submetido ao processo de beneficiamento (toaleta), o qual visa o corte das raízes e hastes e, ainda, a retirada das túnicas externas. O alho então é classificado, embalado e finalmente comercializado, geralmente para intermediários, que pagam ao produtor uma média de US\$ 6 (previsão, segundo a Estação da Epagri de Caçador, SC, para a safra de 1993) por caixa contendo 10 kg.

3.2.2 - Estimativa da velocidade de trabalho necessária

Entre serviços manuais de colheita, amarração e estaleiramento do alho, são gastos cerca de 60 dias/homem por hectare. Considerando-se que a colheita deva ser totalmente cumprida em não mais que dois dias, devido aos riscos de contaminação e apodrecimento dos bulbos, seriam necessários 30 homens para realizar a colheita de cada hectare nesse espaço de tempo. O protótipo desenvolvido deveria então realizar, no mínimo, o trabalho de 90 homens, considerando-se que o tamanho médio das propriedades de alho é de 3 ha.

Para efeito de cálculo, suponha-se uma área de 3 ha, com dimensões de 100m x 300m. Considerando-se ainda que o alho é plantado em canteiros de 1 metro de largura, com 0,2m de espaçamento entre canteiros, nesta área haverá cerca de 83 canteiros, cada um com 300 metros de comprimento. Isto significa que o trator deverá percorrer 24.900m, em dois dias, para realizar a colheita dos referidos 3 ha.

Para um dia de trabalho de 8 horas, tem-se que a velocidade mínima do trator deveria ser de 0,43 m/s (1.6 Km/h) para que seu trabalho seja satisfatório em termos de rendimento. Por outro lado,

¹ Condições propícias aqui se refere à não ocorrência de chuvas

sabe-se que para os tratores da categoria II, atualmente comercializados no Brasil, a menor velocidade disponível é de 3 km/h (em 1ª marcha normal). Com essa velocidade, seguindo-se o raciocínio anterior, um trator poderá fazer a colheita de uma área de 5.8 ha em dois dias, desconsiderando-se as perdas².

Como conclusão, a velocidade 3 km/h será, à priori, a velocidade de movimentação do implemento, a partir da qual serão dimensionados os diversos sistemas da máquina.

3.2.3 - Canteiros de alho

A Fig. 3-7 apresenta a configuração, em relação a espaçamentos entre linhas e demais dimensões, que, segundo Biase³, melhor se adapta às condições catarinenses. Na Fig. 3-8 é apresentada uma plantação de alho (Curitibanos/SC) onde se adota esse espaçamento.

<i>Altura do canteiro</i>	<i>entre 50 e 150 mm, dependendo do nível de compactação</i>
<i>Distância entre linhas</i>	<i>225 mm, entre as duas linhas externas, e 275 mm entre as linhas centrais</i>
<i>Distância entre plantas da mesma linha</i>	<i>75 a 100 mm, à medida que se desloca para o centro do canteiro</i>
<i>Largura do canteiro</i>	<i>aproximadamente 1000 mm</i>
<i>Profundidade da cabeça do bulbo</i>	<i>entre 10 e 20 mm</i>
<i>Área média ocupada por planta</i>	<i>250 cm²</i>

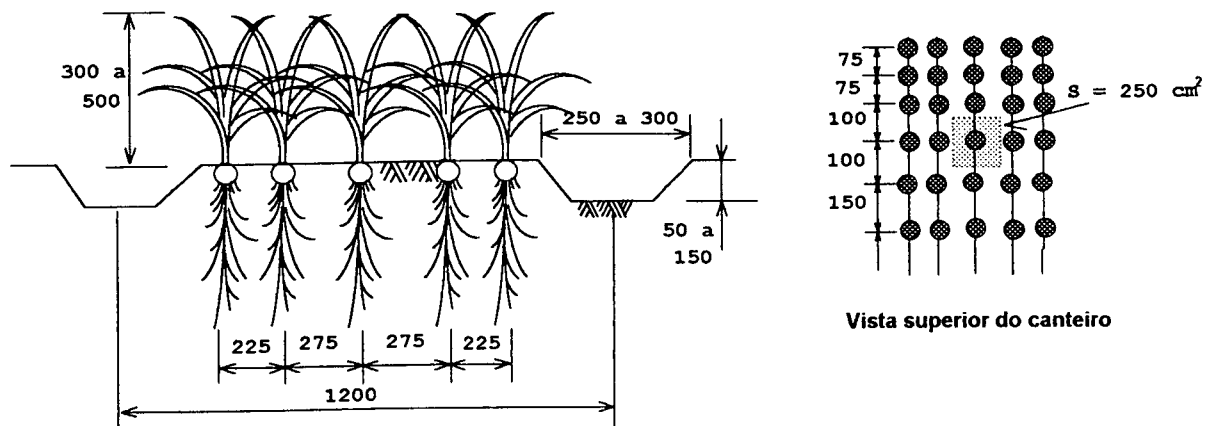


Fig. 3-7: Layout de um canteiro de alho

² Não foram aqui consideradas, entre outras, perdas de tempo nas manobras entre canteiros e na preparação da máquina.

³ O pesquisador J. Biase é considerado um dos maiores especialistas em alho no Estado de Santa Catarina, estando, atualmente, lotado na Estação Experimental da Epagri, em Caçador/SC.

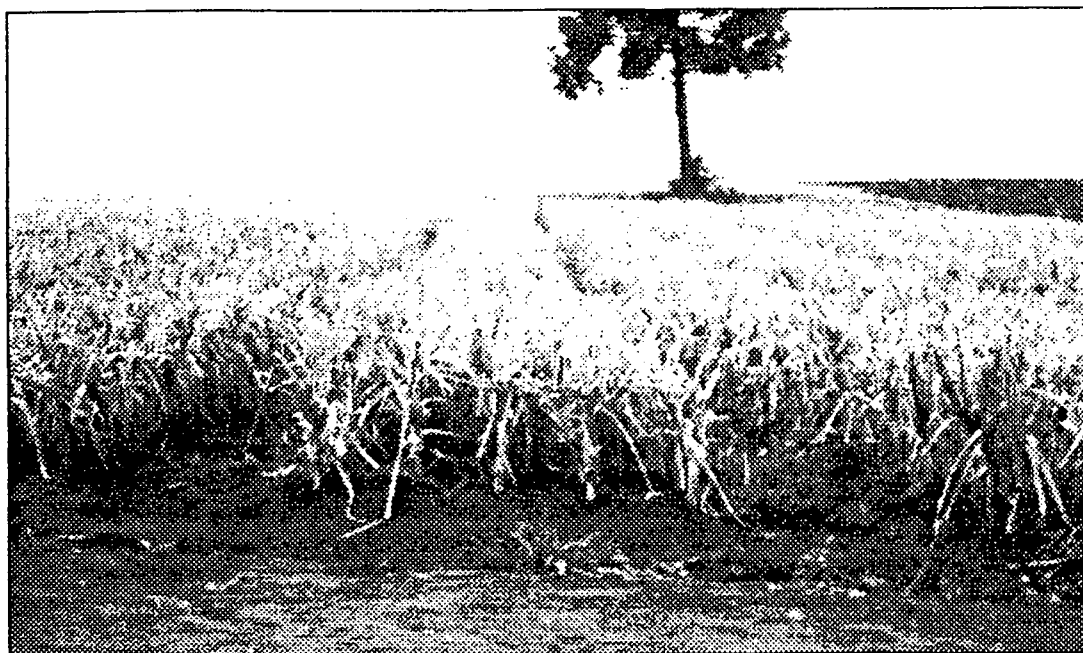


Fig. 3-8: Aspecto de um canteiro de alho

3.2.4 - Morfologia da planta

Quanto à morfologia, sabe-se que o alho "*Allium Sativum L.*", da família *liliácea*, é uma planta herbácea que pode atingir de 400 a 600 mm de altura, dependendo da cultivar (Fig. 3-9). As folhas são lanceoladas, com o limbo foliar medindo de 200 a 300 mm de comprimento.

As bainhas das folhas são superpostas, formando o pseudo-caule, onde estão inseridas num pequeno disco achatado, que constitui o caule verdadeiro. As gemas deste caule formam, cada uma, um bulbilho que, no conjunto, constituem o bulbo.

O bulbo pode apresentar forma arredondada, às vezes levemente periforme, sendo constituído de cinco a cinquenta e seis bulbilhos. Estes bulbilhos estão unidos ao caule pela base, sendo envoltos por diversas folhas ou túnicas, de coloração branca, roxa ou marrom, constituindo a capa. Da base do

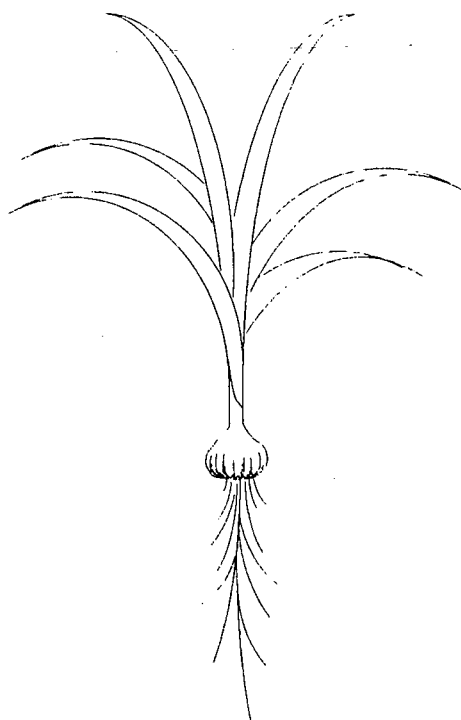


Fig. 3-9: Alho, a planta

caule verdadeiro, surgem raízes, formando um sistema radicular do tipo fasciculado, atingindo profundidades de 400 a 800 mm.

Durante o período da colheita, o alho, devido à sua alta umidade, chega a pesar 200 gr por planta. O tamanho do bulbo varia de 2,5 cm de diâmetro (classe 1) até 5,5 cm (classe 7) [04].

3.2.5 - Sensibilidade da planta

O conjunto de túnicas que envolve os bulbilhos, assim como o caule da planta de alho, têm papel extremamente importante no processo de cura do alho. No conjunto, elas representam proteção quanto a agentes infecciosos e ainda equilíbrio químico para o processo de cura. *Qualquer ferimento, seja no bulbo ou na haste, torna-se uma porta de entrada para os fungos e bactérias.*

3.2.6 - Caracterização do solo

De acordo com o tipo e constituição física do solo, encontram-se solos fáceis e difíceis de serem trabalhados, i.é., solos que oferecem maior ou menor resistência ao trabalho de corte, fator de grande relevância no dimensionamento não só do elemento de potência mas de todos os elementos constitutivos da máquina. Especificamente na micro região de Curitiba, como ponto de referência, a cultura do alho é desenvolvida em solos que apresentam o seguinte conjunto de propriedades:

- origem basáltica, com alta retenção de umidade;
- relativamente pouca matéria orgânica (menos de 25%);
- livre da presença de pedras;
- alto coeficiente de adesão, especialmente para dias chuvosos;
- superficialmente compactado, devido à longa permanência das plantas no canteiro (cerca de 6 meses entre o plantio e a colheita);
- compactação total abaixo dos 25 cm, devido ao uso contínuo de enxada rotativa, sem trabalho prévio de subsolagem;
- teor argiloso de mais de 50%, constituído preferencialmente de óxidos;
- teor de areia de menos de 10%.

De acordo com a Polish Standart: PN 59/B - 04483 e PN 55/B - 04484 [20], o solo, conforme acima descrito, pode ser enquadrado da seguinte forma:

Tipo: Argiloso (clay); Número:15; Símbolo: I;

Constituição: Areia: < 20%;

Material Orgânico: 0 - 50 %;

Argila: > 50%

3.2.7 - Chuvas no período de colheita

Sabe-se que a a colheita do alho no Estado de Santa Catarina é feita no período que vai de meados de outubro até o final de novembro, período em que a região está sujeita a elevadas precipitações, o que concorre para o aumento drástico da umidade do solo no período.

3.2.8 - Declividade do terreno

Para a micro-região em estudo, o alho é geralmente plantado em terrenos onde a declividade raramente ultrapassa a faixa de 10m/100m. A Fig. 3-10 mostra a foto de uma plantação em terreno com essa inclinação.



Fig. 3-10: Detalhe do alho plantado em terreno inclinado

3.2.9 - Arrancamento

Pesquisas *in loco* mostram uma forte relação entre as características do solo no período da colheita e o esforço dispensado no arrancamento.

O esforço de arrancamento, para canteiros em dias secos, sem a passagem prévia da lâmina, variou entre 7 e 13 Kgf, para diversas lavouras na região de Caçador e Curitibanos. Tal esforço foi novamente medido após a passagem da lâmina (veja seção 2.2.1), obtendo-se uma carga de arrancamento que variou entre 1 e 3 Kgf para as mesmas lavouras, dependendo do sistema de enraizamento da planta.

Todas as medições foram realizadas por meio de um dinamômetro adaptado (Fig. 3-11). Não houve a ocorrência de chuvas nesse período.

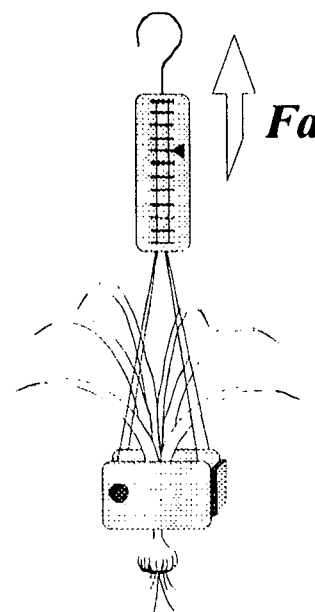


Fig. 3-11: Dinamômetro adaptado

3.3 - Caracterização dos consumidores

Conforme discutido no capítulo 1, como consequência de uma série de fatores, o Estado de Santa Catarina, a partir da segunda metade dos anos 80, começa a se destacar no cenário nacional, tanto em produção quanto em produtividade.

Sendo o município de Curitibanos o maior produtor de alho do Estado de Santa Catarina, e este do Brasil, decidiu-se tomar os produtores dessa região como referência para o estudo e caracterização dos produtores de alho do estado. Nesse município, a produção concentra-se em três micro regiões: os núcleos Tríticola, Celso Ramos e o localizado às margens da BR-470 [04].

O núcleo Tríticola é colonizado, em sua maioria, por produtores ítalo-brasileiros, apresentando propriedades que variam de 10 a 30 ha, explorados geralmente por uma família de 5 pessoas, com contratação eventual de mão-de-obra no plantio, colheita e pós-colheita, constituindo-se, portanto, de empresas familiares. No total, são 120 produtores, com lavouras de 0,5 a 5 ha, a maioria deles cultivando de 1 a 2 ha. Quanto à mecanização disponível, a maior parte dos agricultores possui trator de

porte médio (categoria II) ou microtrator, lâmina para a colheita e carreta agrícola para transporte. Possuem também galpões para a cura e operações de pós-colheita.

Para os produtores do núcleo de Celso Ramos, a situação é similar. São aproximadamente 80 agricultores, que cultivam uma média de 1 a 2 ha de alho, utilizando a própria família e contratando eventualmente mão-de-obra para o plantio e/ ou colheita e pós colheita. Também possuem trator de porte médio ou microtrator, com arado, grade, enxada rotativa/encanteirador, lâmina para a colheita, carreta agrícola e galpões para cura e operações de pós-colheita.

Nos dois núcleos, a irrigação é utilizada, em média, em 35% das propriedades. Índices de irrigação abaixo do exigido pela cultura, ocasionam problemas de regularidade, tanto da produtividade quanto da qualidade dos bulbos produzidos.

O terceiro núcleo estabeleceu-se ao longo da BR-470 e é constituído por médios e grandes produtores, residentes na sede do município. São aproximadamente 50 unidades produtivas, com áreas cultivadas de 3 a 40 ha, e lavouras de alho de 5 a 10 ha. Todas as atividades são realizadas por mão-de-obra assalariada (bóias-frias) provenientes do próprio município. Quanto à mecanização disponível, todos possuem, no mínimo, um trator de porte médio e os equipamentos necessários para a cultura, sendo que 80% utilizam irrigação. Os galpões para a cura e operações pós-colheita também estão presentes em todas as unidades.

A maior diferença entre os núcleos está na produtividade. Enquanto os produtores do núcleo da BR-470 obtêm, em média, de 9 a 10 mil kg/ha, os agricultores dos outros núcleos não conseguem ultrapassar a casa dos 4 a 5 mil kg/ha. Esta diferença se explica devido à não utilização de equipamentos de irrigação, à seleção não rigorosa do alho-semente e a uma densidade de plantas não adequada.

Quanto ao uso de mecanização, quase não existem diferenças entre os núcleos, com exceção do uso da irrigação pelos produtores da BR-470, o que ocasiona um aumento na produtividade e qualidade das lavouras.

Finalmente, observa-se que apesar de sua alta densidade econômica, o alho é uma cultura típica de pequenas áreas (até 3 ha, na maioria dos casos), pois necessita de intensiva mão-de-obra no plantio, colheita e pós-colheita.

3.4 - Requisitos de qualidade

Nas seções anteriores, foram identificados e analisados os diversos aspectos relacionados ao consumidor potencial para o produto. Na presente seção, este conjunto de informações será utilizado como base para a formulação das necessidades e desejos dos consumidores, através do qual chegar-se-á aos requisitos de qualidade.

Como primeiro passo, propôs-se a identificação, de uma maneira clara e sistemática (Fig. 3-12), de todos os possíveis consumidores para a tecnologia a ser desenvolvida. A palavra *consumidor*, conforme aqui colocada, refere-se a todas aquelas pessoas a quem a proposta tecnologia pode afetar, direta ou indiretamente [21].

As necessidades e desejos dos consumidores diretos, bem como os requisitos de projeto delas decorrentes, foram abordados e tratados com auxílio da ferramenta de projeto conhecida por Casa da Qualidade, ou simplesmente QFD.

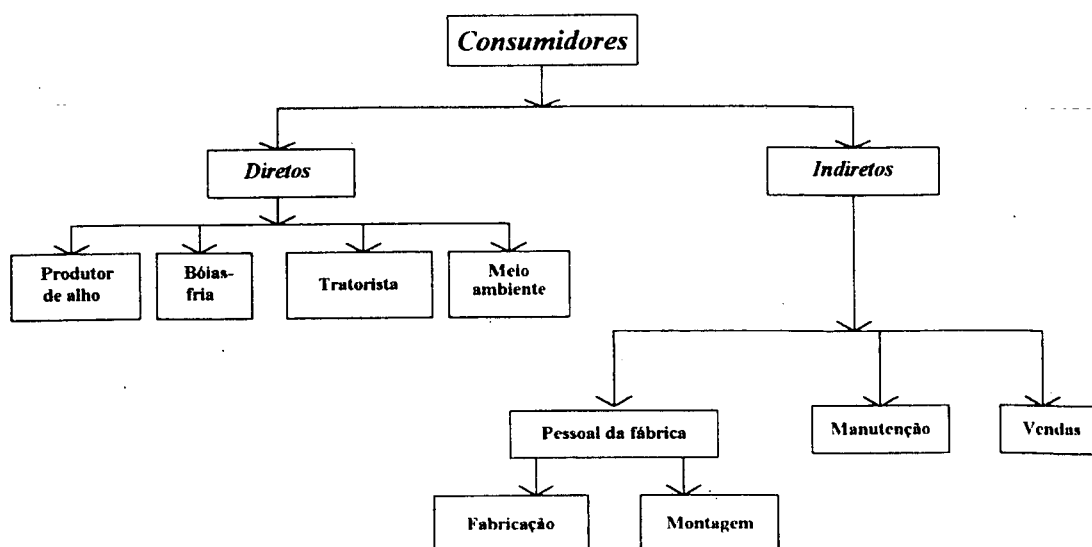


Fig. 3-12: Identificação de consumidores

Quanto aos consumidores indiretos, optou-se por uma abordagem menos sistemática do que aquela que o desdobramento do QFD permitiria. Tal procedimento baseia-se na consideração de que a abordagem de desdobramento da função qualidade somente tem validade quando feita tomando-se como base as características e condições da empresa que realmente venha a produzir o equipamento em desenvolvimento. Os objetivos de projeto relacionados aos consumidores indiretos, identificados na

segunda seção da EPP, servem apenas como referência a nível de desenvolvimento desse protótipo, ficando a sua reavaliação necessária e imprescindível no momento da transferência da tecnologia para a indústria.

3.4.1 - 'QFD' - Atenção aos Consumidores Diretos

O "Método da Casa da Qualidade", ou simplesmente "QFD", foi a ferramenta escolhida para se estabelecer a lista de requisitos de qualidade. A escolha do QFD como ferramenta de projeto deveu-se ao fato de que esse método permite executar a correta tradução das vontades e necessidades dos consumidores diretos, de natureza essencialmente abstratas, em metas de projeto, de natureza quantitativa. Mais detalhes sobre o método podem ser obtidos nas referências [21] a [27]. A Fig. 3-13 mostra a matriz já preenchida. O QFD permite ainda identificar quais as características que mais contribuem para a adequação do produto às necessidades do cliente.

Para a construção da Casa da Qualidade - CQ, inicialmente fez-se um levantamento, *in loco*, do conjunto de necessidades e desejos do consumidor, com relação a possíveis tecnologias a serem desenvolvidas para a colheita de alho. Ainda com a ajuda dos consumidores, essas informações puderam ser valoradas, sendo que a cada uma foi dado um valor de importância V_{C_i} , em relação ao conjunto. Essas informações estão inseridas na primeira coluna da matriz, que é também conhecida como coluna dos "QUÊS" na CQ.

A essa altura do trabalho pretende-se que fique claro que a pesquisa e identificação das necessidades do consumidor é, antes de tudo, uma função de marketing. Portanto, deveria ser feita por uma equipe especializada em pesquisa mercadológica. Como as informações foram obtidas pela equipe do Laboratório de Projeto, o conjunto de necessidades, identificados na primeira coluna da CQ, é passível de crítica e melhoramento.

Na sequência, partiu-se para o preenchimento da coluna da matriz conhecida por os "COMOS" da Casa da Qualidade. Procurou-se gerar requisitos, conhecidos por requisitos de qualidade, ou simplesmente requisitos de projeto, que assegurassem que todas as necessidades do consumidor fossem transformadas em linguagem de engenharia. É importante esclarecer que os requisitos de qualidade devem ter natureza mensurável e devem, preferencialmente, afetar de maneira direta a percepção do consumidor.

A etapa seguinte foi o preenchimento do corpo da Casa da Qualidade, a matriz de relacionamento, onde foram indicadas, de forma qualitativa, o quanto cada requisito de projeto afetava cada necessidade do consumidor. Esse interrelacionamento foi feito através de símbolos, os quais expressavam diferentes graus de relacionamento (Gi).

Por meio da equação $\sum_{i=1}^n Vc_i \times Gi$, pôde-se quantificar o valor de importância relativa a cada requisito de qualidade e, ainda classificá-los por ordem de importância em relação às necessidades do consumidor. A importância dessa ordem de classificação está na possibilidade que ela oferece em se estabelecer prioridades, durante as fases consequentes do projeto.

A última linha do bloco inferior da CQ diz respeito ao grau de dificuldade técnica para se satisfazer cada RQ. Para isso, adotou-se uma escala progressiva em grau de dificuldade (de 1 a 5).

3.5 - EPP / Especificação de projeto do produto

Os requisitos de qualidade, oriundos da linha "comos" da CQ, são agora reunidos aos requisitos de projeto, relacionados aos consumidores indiretos, para, juntos, constituírem a primeira coluna do documento, apresentado no final desse capítulo, o qual designou-se "Especificação de Projeto do Produto (EPP)".

Neste, os requisitos de qualidade são declarados, pela ordem da classificação obtida na linha inferior da CQ, nas primeiras 19 linhas da EPP, enquanto que nas linhas restantes são relacionados os requisitos dos consumidores indiretos.

Para cada um dos requisitos, são estipulados valores objetivos, que, pretende-se, sejam alcançados pelo produto em desenvolvimento. Na EPP, são ainda estabelecidos elementos sensores, através dos quais pode-se medir se os objetivos estão ou não sendo atingidos nas diversas fases do desenvolvimento do projeto. Há, ainda, uma coluna onde são alocadas as saídas indesejáveis, ou seja, o quê, exatamente, se pretende evitar com a agregação desse benefício ao produto. Finalmente, na última coluna desse documento, são apresentadas observações e restrições a que estes objetivos estão sujeitos.

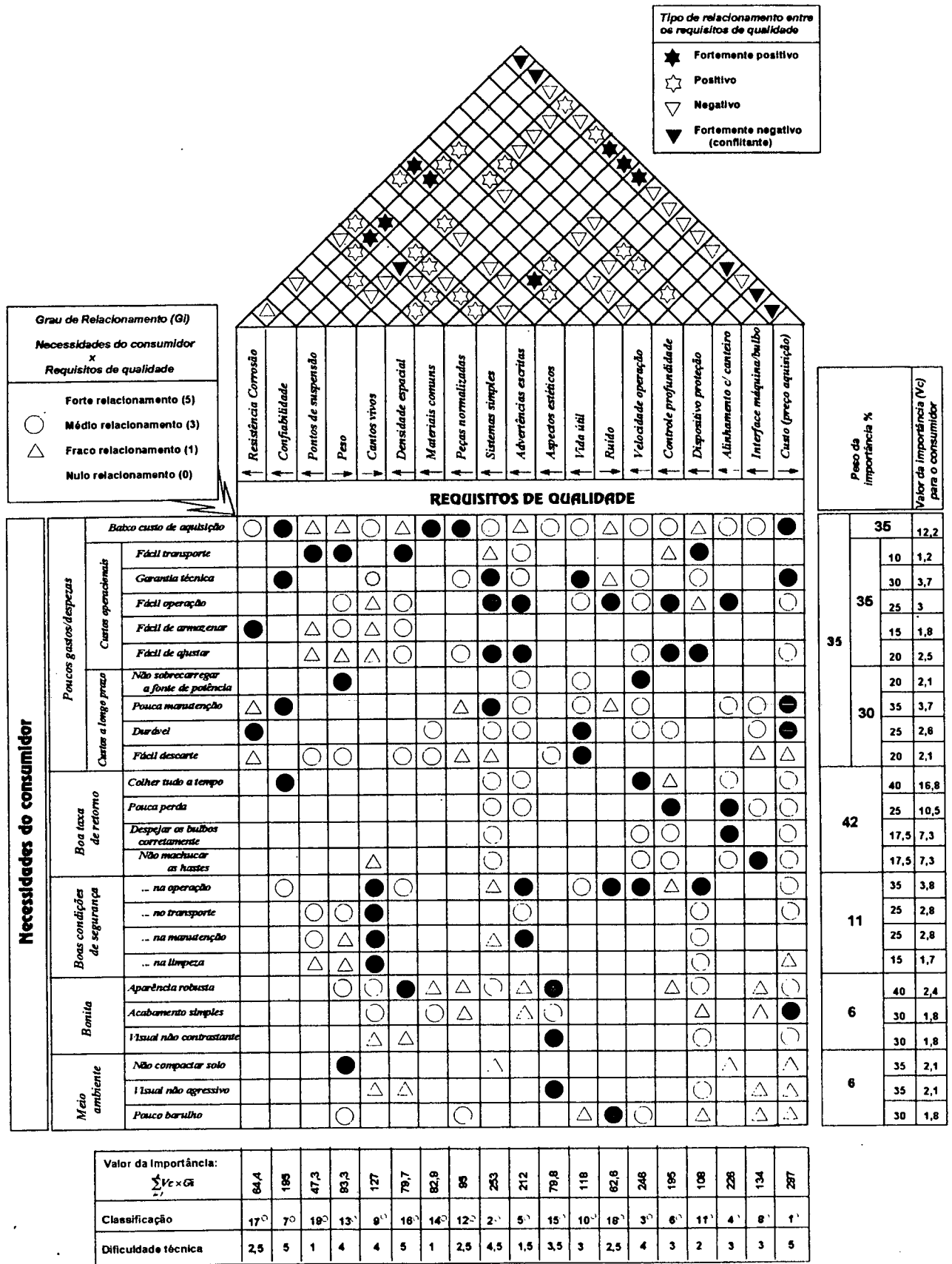


Fig. 3-13: Casa da Qualidade para uma colhedora de alho

ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO DO PRODUTO

<i>Requisito</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Sensor</i>	<i>Saídas Indesejáveis</i>	<i>Observações / Restrições</i>
------------------	------------------	---------------	----------------------------	---------------------------------

1 - Requisitos relacionados aos consumidores diretos

<i>1. Custo aquisição</i>	<i>Preço máximo ao consumidor: menos que US\$ 3,000</i>	<i>Custo de materiais</i>	<i>Custo acima da expectativa com consequente inviabilização do projeto</i>	<i>Tendência decrescente da lucratividade da cultura</i>
<i>2. Sistemas simples</i>	<i>Usar somente elementos e mecanismos usuais.</i>	<i>Inspeção do projeto</i>	<i>Peças de difícil fabricação, e sistemas de difícil montagem e manutenção</i>	<i>Limitada qualificação da mão-de-obra das fábricas e baixa disponibilidade de serviços de manutenção.</i>
<i>3. Velocidade de operação</i>	<i>Velocidade de operação = 3 km/h</i>	<i>Cronômetro / Trena</i>	<i>Extrapolar o tempo de colheita previsto de 2 dias</i>	<i>Problema da sensibilidade do vegetal à permanência demasiada no canteiro</i>
<i>4. Alinhamento com o canteiro</i>	<i>Totalmente alinhado de forma a garantir a colheita de TODOS os bulbos</i>	<i>a) Inspeção visual b) % bulbos recolhidos</i>	<i>Desalinhamento com consequente falha no recolhimento dos bulbos</i>	<i>Dimensões e precisão de forma dos canteiros</i>
<i>5. Advertências escritas</i>	<i>Plaquetas com advertências de segurança e de operação em TODOS os pontos necessários</i>	<i>Inspeção visual</i>	<i>Acidentes e, ou operação ineficiente por falta de advertências.</i>	<i>Limitada capacitação da mão-de-obra para serviços de operação e manutenção</i>
<i>6. Controle de profundidade</i>	<i>Máquina deverá acompanhar os desniveis do canteiro, mantendo-se em um mesmo nível em relação às bases dos bulbos</i>	<i>Contagem do número de bulbos danificados à base</i>	<i>a) Bulbos danificados à base; b) Sobrecarga de corte desnecessária</i>	<i>- Dimensão e precisão de forma dos canteiros; - Profundidade dos bulbos</i>

7. Confiabilidade	Não apresentar falhas operando durante 3 dias, 8 horas por dia; - 100 % dos bulbos colhidos	-Quantidade de falhas; -Contagem da % total dos bulbos colhidos	Falhas em funcionamento durante a colheita com prejuízos imensuráveis ao produtor.	- Sensibilidade das plantas à permanência demorada no canteiro - Baixa disponibilidade de serviços de manutenção
8. Proteção na interface bulbo / máquina	Elemento protetor para a interface (manuseio gentil da planta)	Contagem da % total de hastes e bulbos danificadas	Danos nas hastes e bulbos com comprometimento da qualidade do produto	Sensibilidade superficial da planta de alho
9. Cantos vivos	Inexistência de cantos vivos, com excessão da lâmina de corte do solo	Inspeção visual	Comprometimento da segurança	Baixa capacitação da mão-de-obra para operação e manutenção
10. Vida útil	6 anos	Checagem dimensionamento	Depreciação do capital investido	
11. Dispositivos de proteção	Todas as partes móveis protegidas	Inspeção visual	Comprometimento da segurança	
12. Peças normalizadas	100% dos casos possíveis	Inspeção projeto	Sobrecarga ao setor de usinagem / necessidade de máquinas especiais	Pouca disponibilidade de peças sobressalentes a nível da região de referência
13. Peso	400 kg (máximo)	Checagem do projeto	Sobrecarregar o elemento de tração / suspensão	
14. Materiais normalizados	Usar materiais comerciais em TODOS os casos possíveis	Inspeção projeto	Materiais de difícil obtenção / reposição	
15. Aspectos de desenho industrial	Harmonizar as linhas do implemento às linhas do trator	Inspeção visual	Visual agressivo ao meio ambiente	
16. Densidade espacial	Máquina com aparência robusta	Cálculo: Peso ÷ vol.	Peças "espalhadas"	Observar existência de espaço para manuseio de ferramentas partes removíveis

<i>17. Resistência à corrosão superficial</i>	<i>100% das partes protegidas por pintura</i>	<i>Inspeção visual</i>	<i>Corrosão por efeito de exposição prolongada ao ambiente</i>	<i>Problemas de armazenamento do maquinário existente</i>
<i>18. Ruído</i>	<i>90 dB (máximo)</i>	<i>Medidor NPS</i>	<i>Ruído excessivo perturbando operação e/ou meio ambiente</i>	
<i>19. Pontos de suspensão</i>	<i>2 pontos (ganchos) de suspensão</i>	<i>Inspeção projeto</i>	<i>Dificuldade de transporte / montagem / manutenção</i>	

2 - Requisitos relacionados aos consumidores indiretos

<i>20. MANUTENÇÃO</i>	<i>- Peças de manutenção removíveis com ferramentas usuais; - Peças de manutenção facilmente obtíveis no comércio</i>	<i>Controle/verificação do projeto</i>	<i>Dificuldade na execução da manutenção</i>	
<i>21. FABRICAÇÃO</i>	<i>- Peças possíveis de serem fabricadas em oficinas simples (equipamentos usuais) - Materiais comerciais</i>	<i>Controle/verificação do projeto e após a fabricação</i>	<i>Dificuldade na execução das peças</i>	
<i>22. ERGONOMIA</i>	<i>- Fácil acoplamento do implemento ao elemento de potência; - Fácil operação</i>	<i>Testes in loco</i>		

Capítulo IV

DESCRIÇÃO E PERFORMANCE DO PRIMEIRO PROTÓTIPO

4.1 - Introdução

O presente capítulo descreve, de modo breve, as fases de projeto conceitual, construção e avaliação do primeiro protótipo de uma colhedora de alho, desenvolvido e testado nas instalações do TIATC¹, no período de maio a novembro de 1992 [28].

Todo o processo de desenvolvimento foi feito em cima daquelas considerações expressas pelos requisitos de projeto, constantes na EPP, relacionados especificamente ao desempenho e funcionalidade. O objetivo prioritário desse primeiro trabalho foi testar a adequação do princípio de funcionamento empregado, no que se refere ao desempenho e funcionamento dos sistemas envolvidos na solução.

4.2 - Metodologia utilizada

Tomando-se a EPP como ponto de partida, as fases de projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado dessa concepção foram então desenvolvidas, seguindo-se uma metodologia segundo a linha proposta por Pahl & Beitz [27]. Um esquema mostrando os passos utilizados nesse processo de desenvolvimento é mostrado na Fig. 4-1. Aqui, tomando-se os requisitos descritos na EPP e, levando-se em consideração a *função total* a ser executada pela máquina, Fig. 1-5, gerou-se uma *estrutura de funções*, a qual descreve as tarefas básicas que devem ser executadas pela máquina, de modo a se

¹ TIATC - Tsukuba International Agricultural Training Center, 3-7 Koyadai, Tsukuba-shi

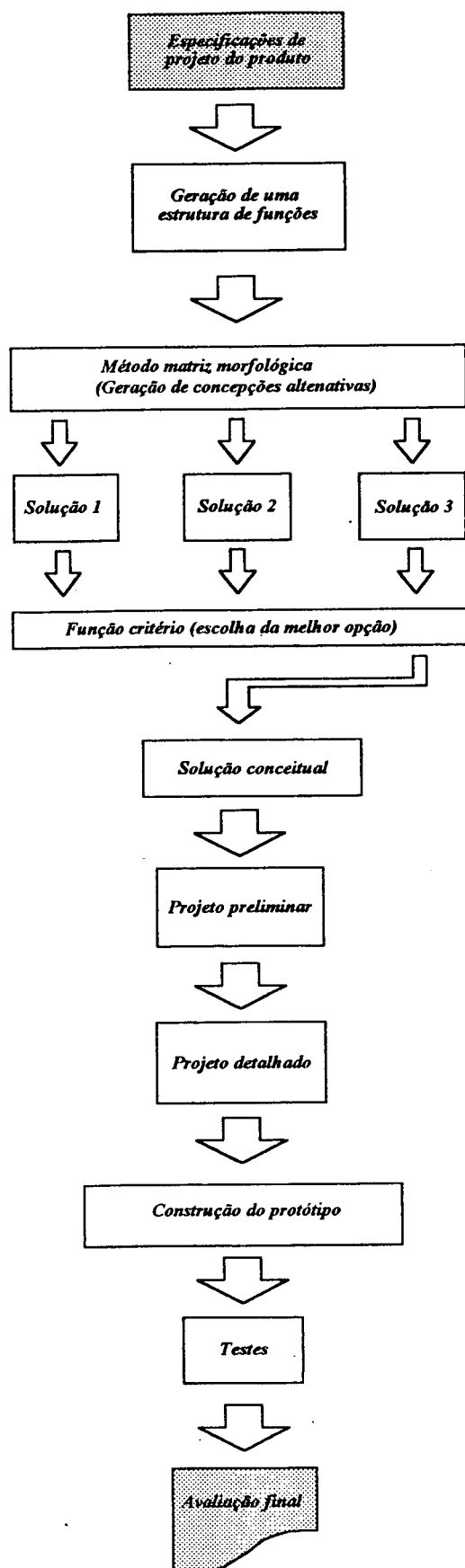


Fig. 4-1: Metodologia utilizada no desenvolvimento do primeiro protótipo

atingir a função total proposta. A seguir, fez-se uso do método da matriz morfológica, a partir do qual foram geradas 3 opções de solução para o problema proposto. Fazendo-se, agora, uso do método da função critério, identificou-se a solução mais adequada, em relação às especificações descritas na EPP.

Escolhida a concepção, partiu-se para o projeto preliminar. Aqui, foram utilizados apenas modelos matemáticos usuais no processo de dimensionamento dos diversos sistemas que compõem a máquina.

Concluído o trabalho de projeto preliminar, partiu-se para o projeto detalhado e, a seguir, para a construção do protótipo. Finalmente, foram preparados e executados os testes de desempenho desse protótipo. O trabalho foi concluído com uma avaliação do produto obtido em relação às especificações de projeto.

4.3 - Princípios de solução utilizados no projeto

O princípio de levantamento através das hastas (Fig. 2-5.b) foi escolhido para o desenvolvimento desse primeiro protótipo por suas aparentes vantagens no que diz respeito ao manuseio dos bulbos e facilidade de alinhá-los à saída da máquina.

O desenho esquemático mostrando a solução conceitual para o problema é apresentado na Fig. 4-2. À medida que a máquina se movimenta em direção ao

centro do canteiro, as plantas vão sendo recolhidas por intermédio de um par de correias, as quais arrancam as plantas do solo e, a seguir, as transportam, passando por um processo de limpeza dos bulbos, até a saída, quando são despejadas diretamente sobre o canteiro.

Como a máquina a ser desenvolvida deveria trabalhar em canteiros (5 linhas), optou-se, nesse primeiro protótipo, pela concepção modular. Os módulos, em número de três, seriam acopláveis a uma barra do tipo "porta-ferramentas", o que permitiria, pelo simples arranjo dos módulos, a utilização da máquina para variadas configurações de canteiro. Por outro lado, considerando-se a largura do canteiro de 1 metro (conforme ítem 3.2.3), os módulos deveriam ter uma largura construtiva de, no máximo, 30 cm.

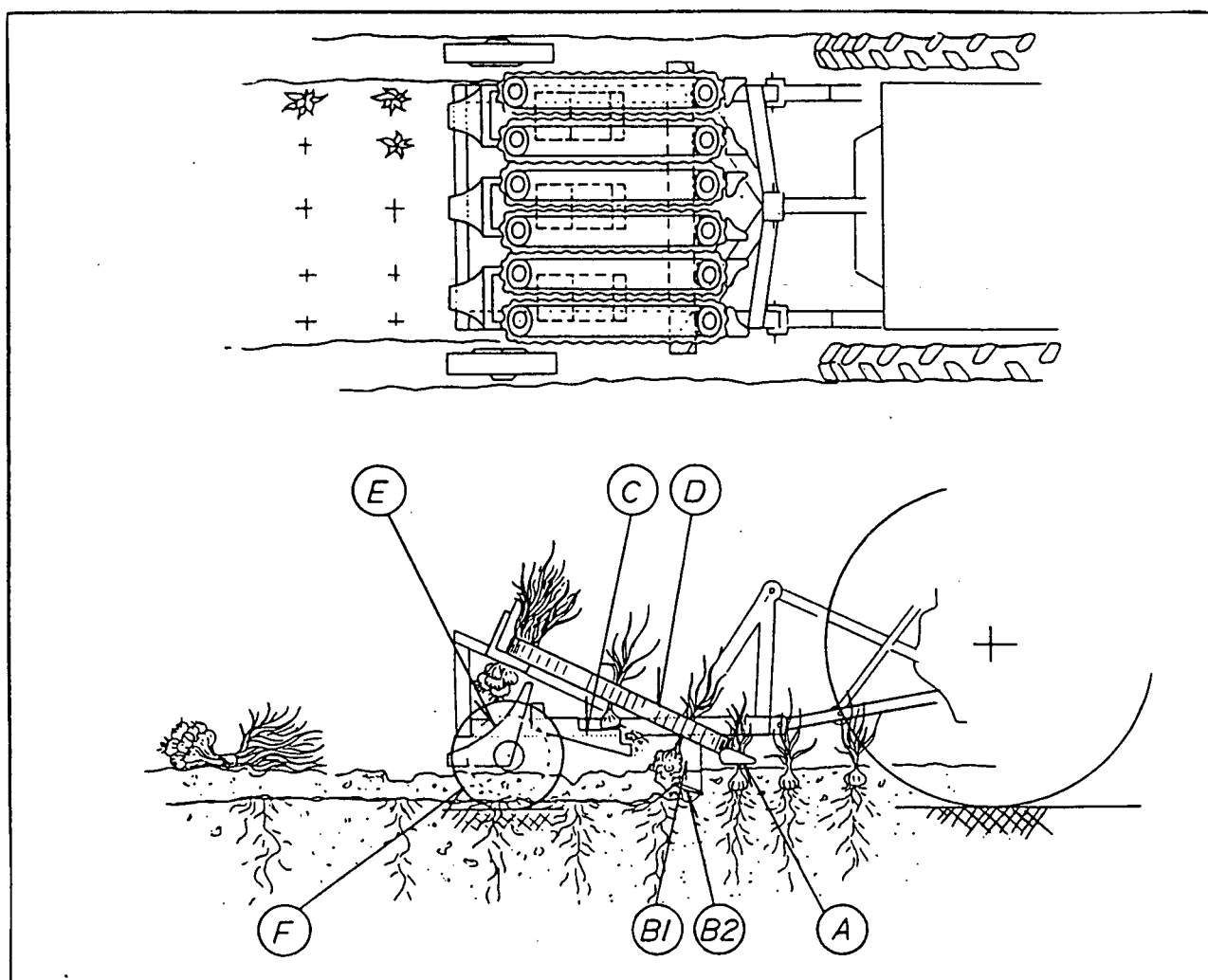


Fig. 4-2: Solução conceitual para o primeiro protótipo

4.4 - Detalhes da solução

Os detalhes desse protótipo (Fig. 4-3 e 4-4) são aqui discutidos em relação à sua função.

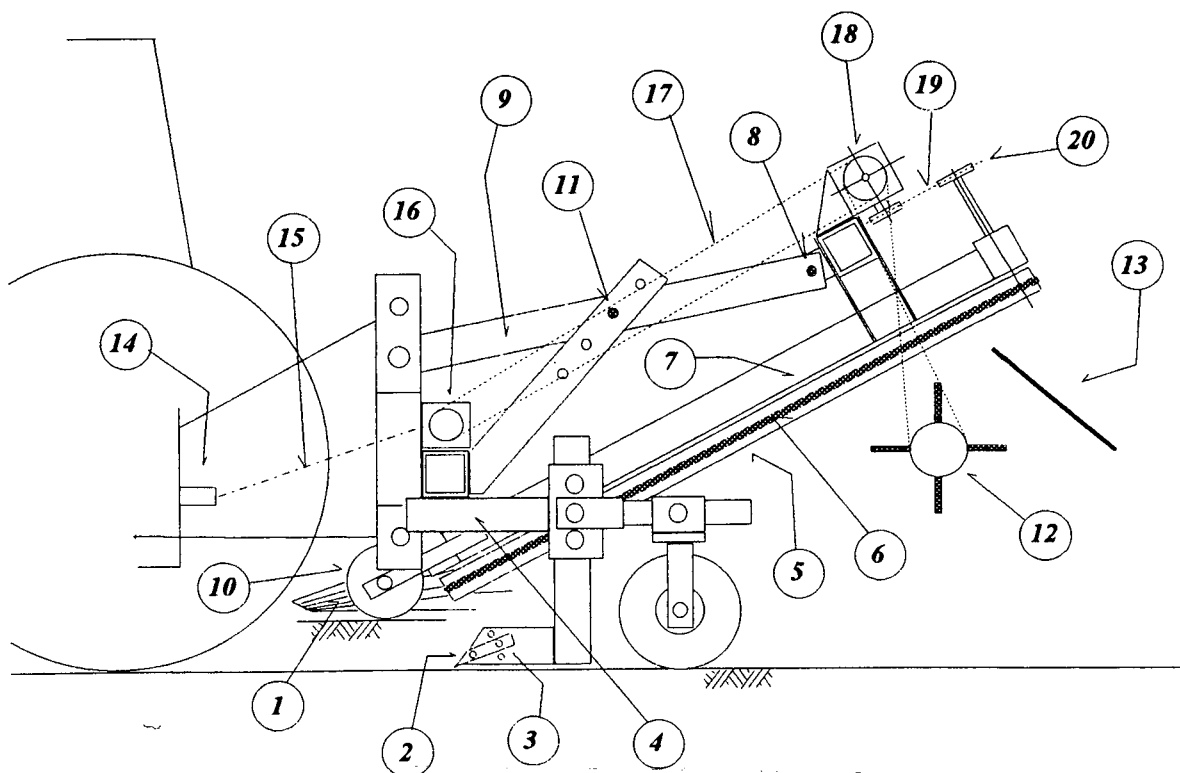


Fig. 4-3: Vista lateral do primeiro protótipo

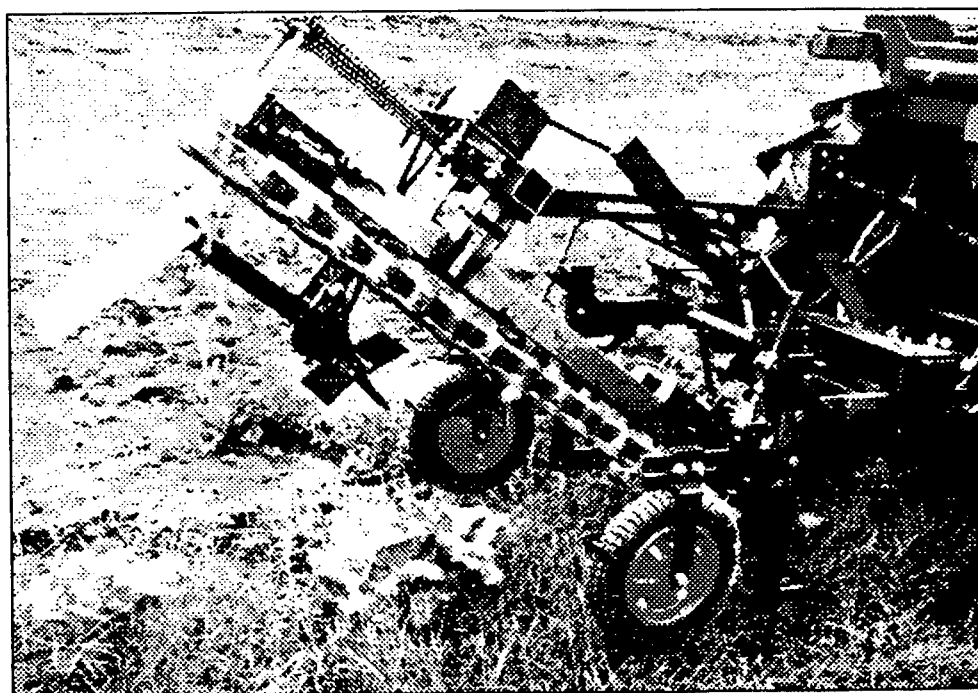


Fig. 4-4: Primeiro protótipo de uma colhedora de alho, 1992

4.4.1 - Levantamento das ramas

Como mostram as Figs. 4-5 e 4-6, para o protótipo construído em 1992, o processo de direcionamento (levantar) das hastes em direção ao ponto de "pega" (A) das correias (B) era feito exclusivamente por direcionadores (1) construídos com arames (C) de aço-mola, de diâmetro 5 mm.

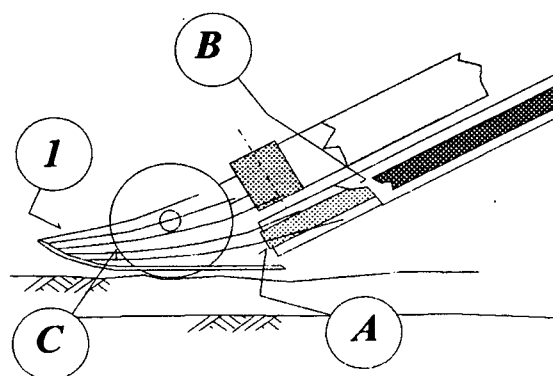


Fig. 4-5: Detalhe do sistema de levantamento das ramas

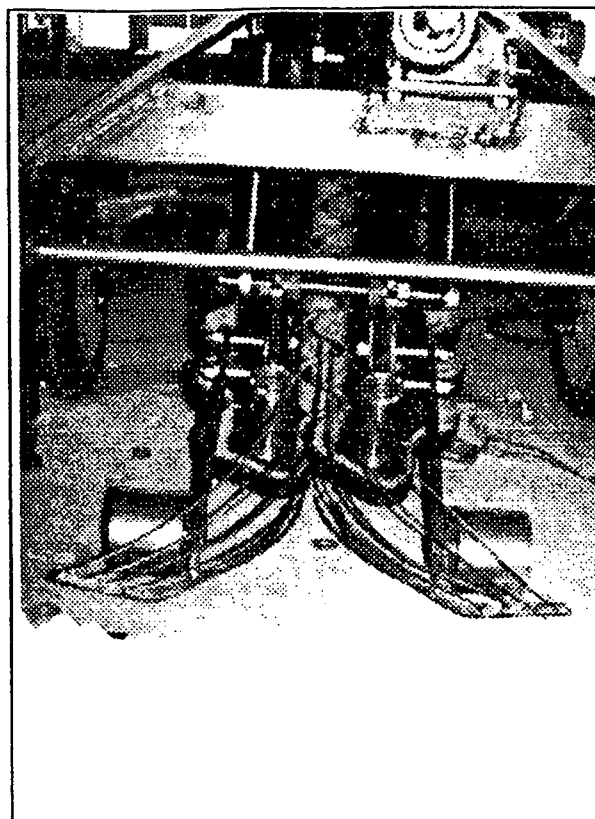


Fig. 4-6: Vista frontal do sistema de levantamento das ramas

4.4.2 - Corte do solo

Conforme descrito no capítulo 2, o alho, em seu estágio maduro, apresenta-se regularmente distribuído em uma superfície imaginária, paralela à superfície do canteiro. Essa característica permite que as raízes sejam cortadas bem próximas às bases dos bulbos.

Para realizar tal tarefa, uma lâmina (2) em forma de "V" foi projetada (Fig. 4-7). O ângulo de corte (A) foi fixado em 15° e o ângulo de penetração no solo podia ser regulado entre 15° e 45° , através da ajustagem do parafuso 3.

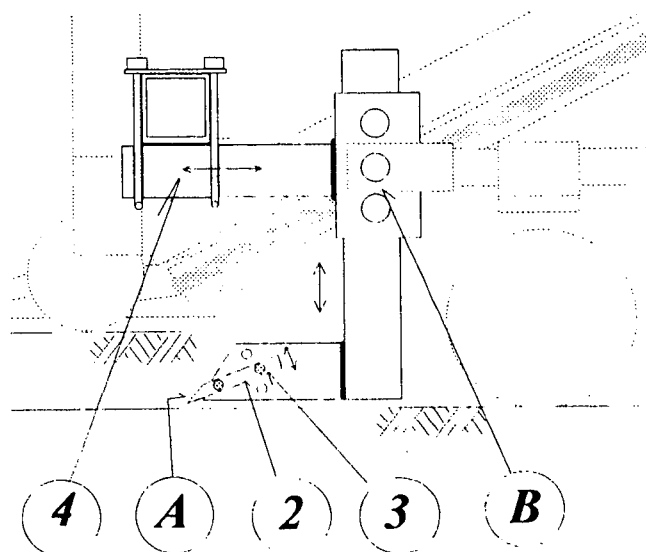


Fig. 4-7: Detalhe do sistema de corte do canteiro

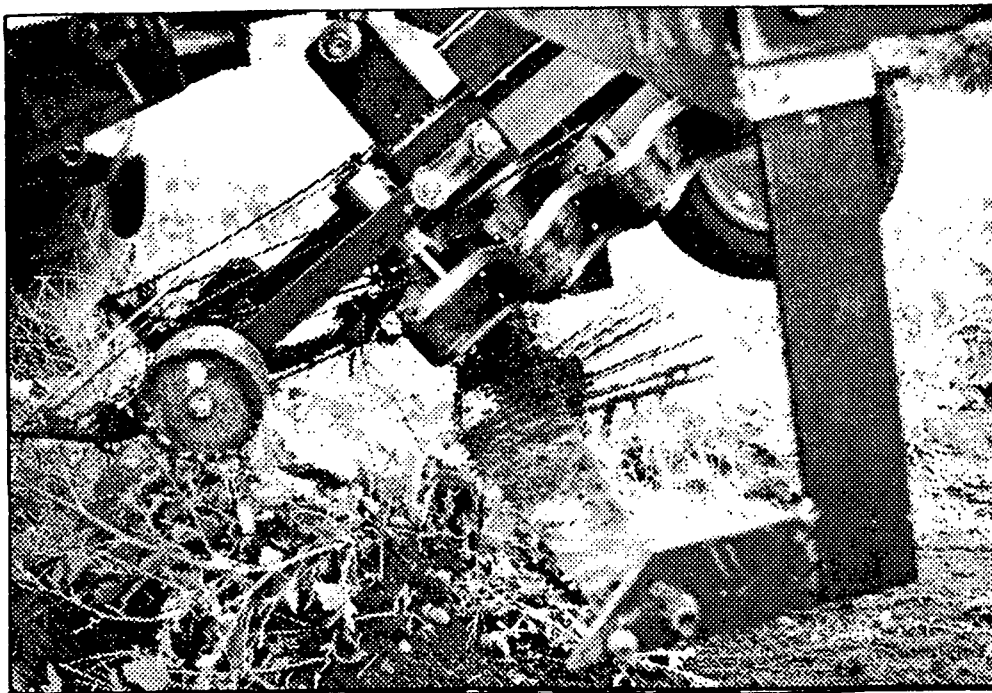


Fig. 4.8: Detalhe do "rabo de andorinha" que equipava o protótipo construído em 1992

O sistema de corte podia ainda ser movimentado à frente e atrás (4), em relação ao ponto de "pega" das correias, de modo a permitir o estudo da influência desse parâmetro sobre a máquina. A Fig. 4-8 apresenta o detalhe

do "rabo de andorinha", constituído de arames em aço mola, com a função de melhorar a quebra do solo. A profundidade de trabalho da lâmina podia ser ajustada, com o auxílio do pino B, em três diferentes posições, de acordo com a necessidade.

4.4.3 - Levantamento e transporte das plantas

Um par de correias planas (5) (espessura = 6,5mm), montadas sobre correntes (ANSI 40), com elos especiais do tipo M1, e suportadas por esticadores, formava o sistema de arrancamento e levantamento das plantas (Fig. 4-9). Uma tira (6) de neoprene, com espessura de 10 mm, foi colada ao longo da correia plana, de modo a assegurar o contato suave com as plantas e, ainda, fornecer uma pegada mais posi-

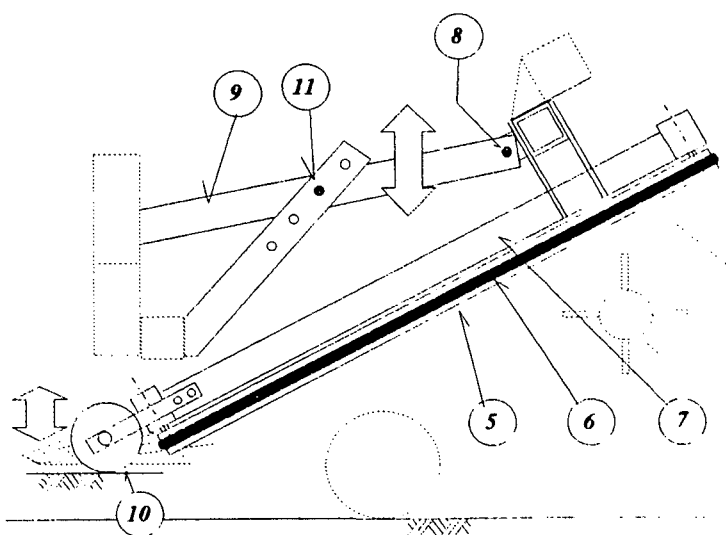


Fig.4-9: Detalhe do sistema de levantamento e transporte

tiva no momento de seu arrancamento.

O sistema de correias, mostrado no detalhe da Fig. 4-10, era suportado por uma estrutura de perfis (7) retangulares (22 x 75 mm), que era ligada por pino único (8) ($\phi = 20$ mm) à estrutura principal (9). Na extremidade dianteira, o sistema de levantamento era apoiado ao solo por meio de duas rodas (10) ($\Phi = 100$ mm) construídas em chapas finas (2mm) de aço, as quais tinham a função de manter o nivelamento do sistema em relação à plataforma superior do canteiro.

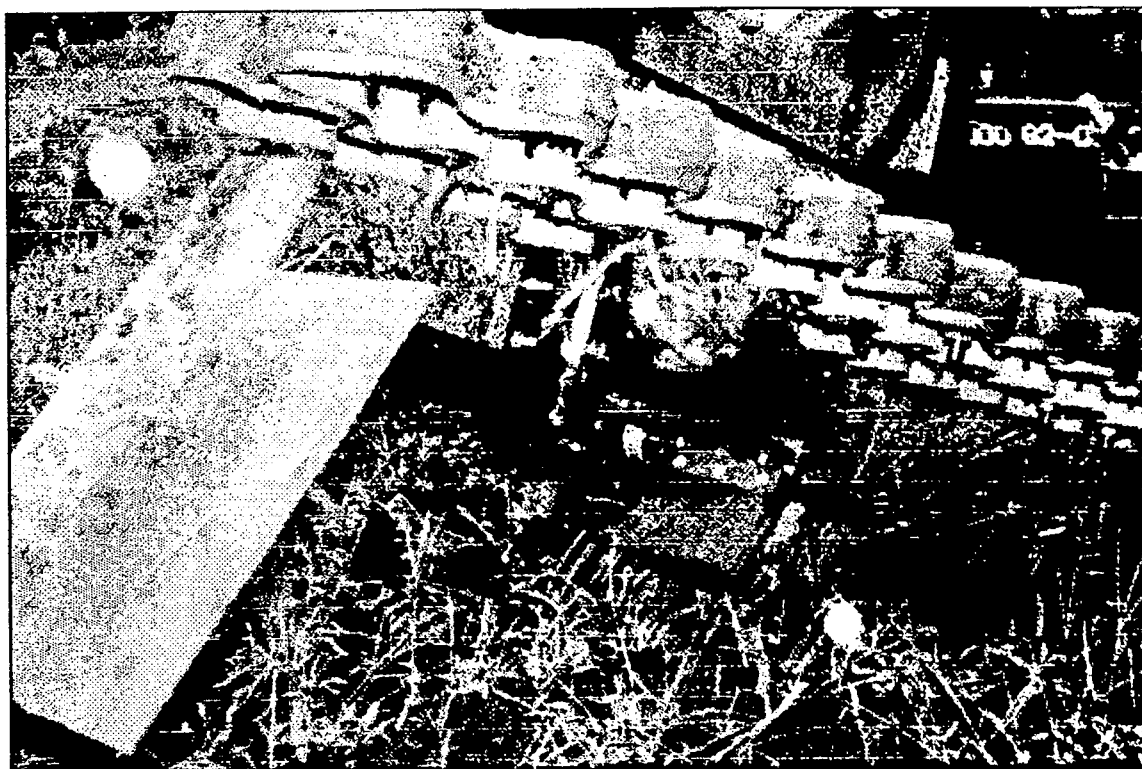


Fig. 4-10: Detalhe da correia de levantamento, sistema de limpeza e saída do sistema

A velocidade das correias de levantamento, projetada sobre o solo, foi fixada em torno de 1,5 vezes a velocidade de avanço da máquina. Com essa razão de velocidade, supunha-se que fossem eliminados problemas de embuchamento de plantas à entrada das correias.

Para a máquina construída em 1992, a inclinação da estrutura do sistema de levantamento em relação ao canteiro podia variar entre 20 e 45^o, através da mudança na posição do pino de sustentação (11) ($\phi = 20$ mm).

4.4.4 - Limpeza dos bulbos

Conforme mostrado na Fig. 4-11, batedores de borracha (12) montados em hélice foram projetados para equipar esse primeiro protótipo. As pás (A) giravam numa direção oposta ao do movimento de translação dos bulbos. Para estudo de seu desempenho, a distância entre a extremidade das pás e as correias de levantamento podia ser variada entre 50 mm e 110 mm.

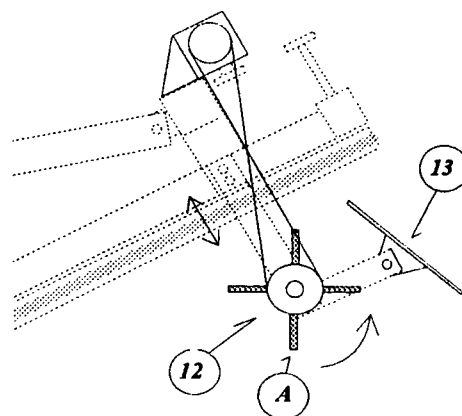


Fig. 4-11: Detalhe do sistema de limpeza dos bulbos

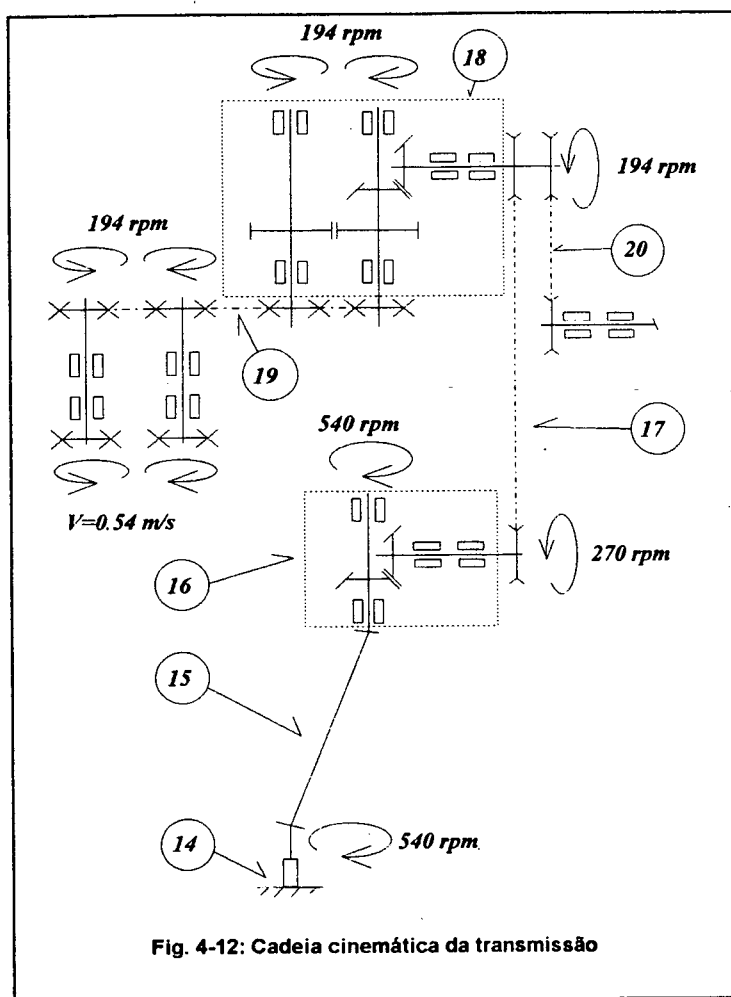


Fig. 4-12: Cadeia cinemática da transmissão

4.4.5 - Saída do sistema

Após os bulbos terem sido limpos, as correias os depositavam sobre uma placa, mostrada no detalhe 13 da Fig. 4-11, cuja função única era direcionar as plantas para que ficassem corretamente alinhadas sobre o canteiro. Tal placa pode ser vista, também, na foto da Fig. 4-10.

4.3.6 - Acionamento

O sistema de transmissão e acionamento do protótipo desenvolvido em 1992 é mostrado na Fig. 4-12. A máquina é, originalmente, acionada a partir da TDP do trator (14), na rotação de 540 rpm. Da TDP, a potência era transmitida, por meio de um eixo "cardan" (15), a uma caixa de engrenagens primária (16), onde a rotação era reduzida a 270 rpm e, por meio de uma correia "V" (17) da série B, era acionada uma caixa de redução secundária (18). Aqui, o movimento era transmitido ao sistema de levantamento por meio de

duas correntes (ANSI 40) (19), que acionavam um par de rodas dentadas, girando em sentido contrário, uma em relação à outra, a uma rotação de 194 rpm. Esse conjunto de transmissões fornecia uma velocidade de 0,54 m/s ao conjunto de correias levantadoras.

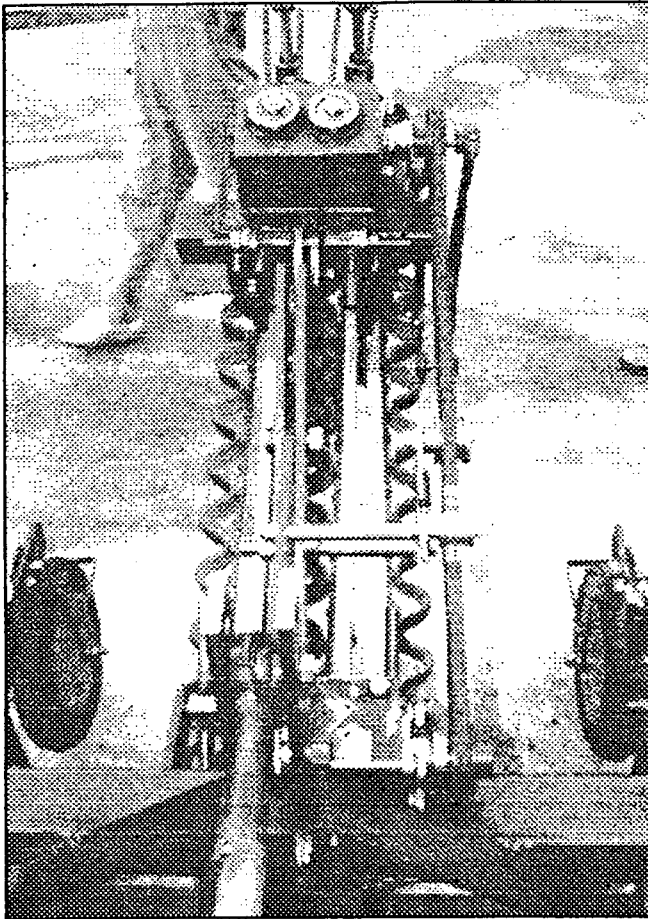


Fig. 4-13: Vista superior do protótipo

Da caixa de redução secundária (vista na parte superior da Fig. 4-13), o movimento era ainda levado ao conjunto de limpeza, por meio de uma correia "V-A" cruzada (20).

4.5 - Testes de campo

Os testes de campo do protótipo construído foram realizados entre os dias 2 e 5 de outubro de 1992, na fazenda experimental do Tsukuba International Agricultural Center, TIATC, Tsukuba-shi. Durante os dias de testes, chovia muito, o que foi extremamente desfavorável à verificação do seu desempenho.

É importante esclarecer que, apesar da máquina ter sido totalmente desenvolvida

baseando-se nos requisitos e restrições impostas pelo alho, ela teve que ser testada em canteiros de nabo-branco (variedade japonesa). O motivo foi a inexistência de campos de alho no Japão. Vale observar que o nabo foi escolhido como substituto para o alho por apresentar aspectos físicos muito semelhantes (tamanho dos bulbos, peso, etc), com excessão das ramas, que, nos nabos, são mais curtas e espalhadas.

A Fig. 4-14 apresenta o campo de testes. O campo base tinha 50 x 15 m, onde foram levantados 11 canteiros. Como o objetivo era testar a solução, tanto para uma quanto para duas linhas, nos primeiros sete canteiros semeou-se uma linha de nabos, enquanto que nos quatro restantes

canteiros foram semeadas duas linhas da planta. Buscando-se garantir a validação dos resultados, as condições de plantio (tamanho dos canteiros, espaçamento entre plantas, etc) foram todas mantidas de modo a simular os campos de alho do sul do Brasil.



Fig. 4-14: Visão geral do campo de testes para o primeiro protótipo



Fig. 4-15: Detalhe dos canteiros plantados em 2 linhas

Apesar das dificuldades apresentadas, os testes conduzidos em canteiros de uma (01) e duas linhas (Fig. 4-15), permitiram tirar algumas conclusões com respeito ao funcionamento e desempenho do protótipo.

4.5.1 - Danos às plantas

Um exame visual das plantas colhidas indicou a ocorrência muito rara de danos nas ramas e bulbos, especialmente quando se colheu em uma linha. De um modo geral, verificações aleatórias permitiram predizer uma faixa de 5 a 15 % de danos, entre ramas quebradas e bulbos amassados.

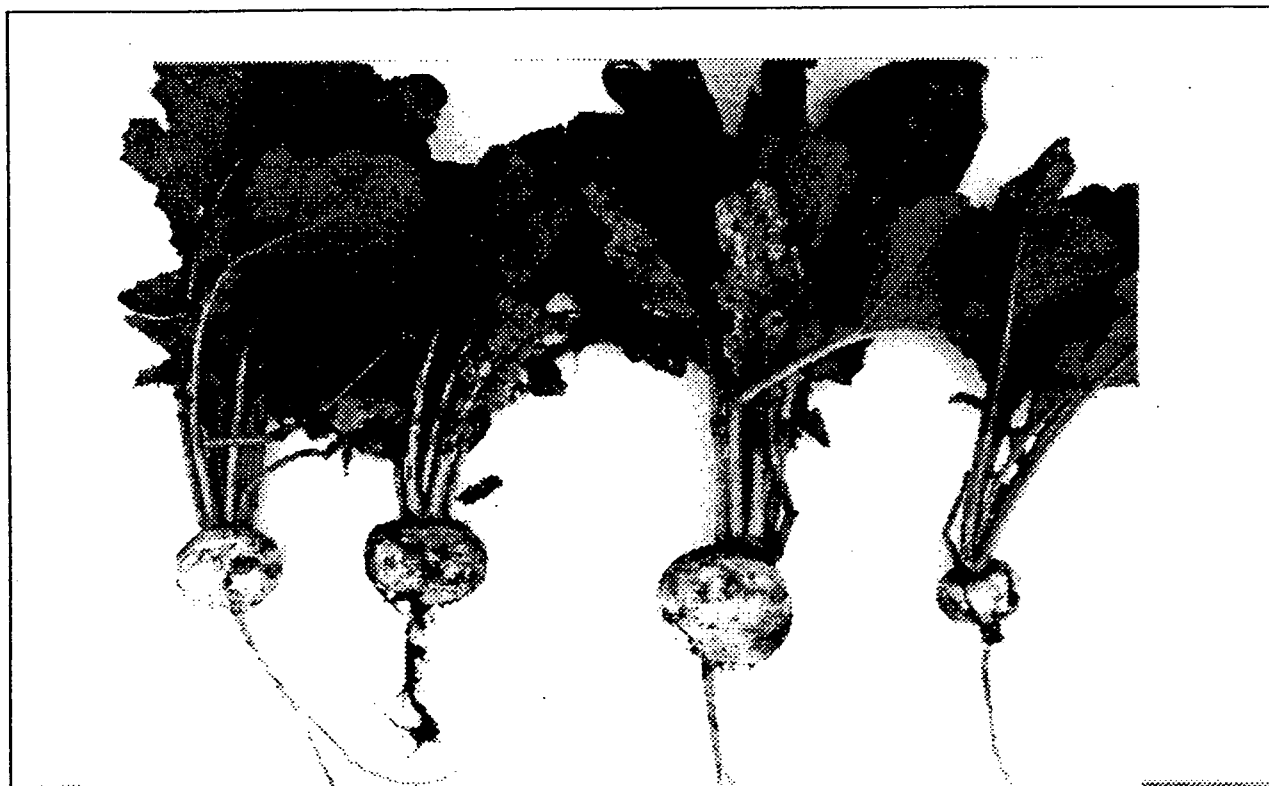


Fig. 4-15: Detalhe de plantas danificadas nos testes

O problema de quebra das ramas piorou na colheita em duas (2) linhas, especialmente quando as correias de levantamento abraçavam duas plantas a uma altura inferior a 5 cm do solo. A Fig. 4-15 mostra o detalhe das plantas danificadas. Essa altura foi ajustada para 10 cm, o que diminuiu a incidência desse tipo de problema. A ocorrência de amassamento na superfície dos bulbos foi notada como sendo causada, principalmente, pelo impacto das pás do sistema de limpeza sobre as plantas sendo transportadas. Não se notaram danos causados pelo processo de deposição das plantas sobre o canteiro. Também não se notaram danos causados pela lâmina de corte.

4.5.2 - Problemas operacionais

Apesar das más condições sob as quais os testes foram realizados, de um modo geral a máquina atingiu a maioria dos objetivos especificados na EPP, relacionados ao funcionamento. Entretanto, alguns problemas foram observados.

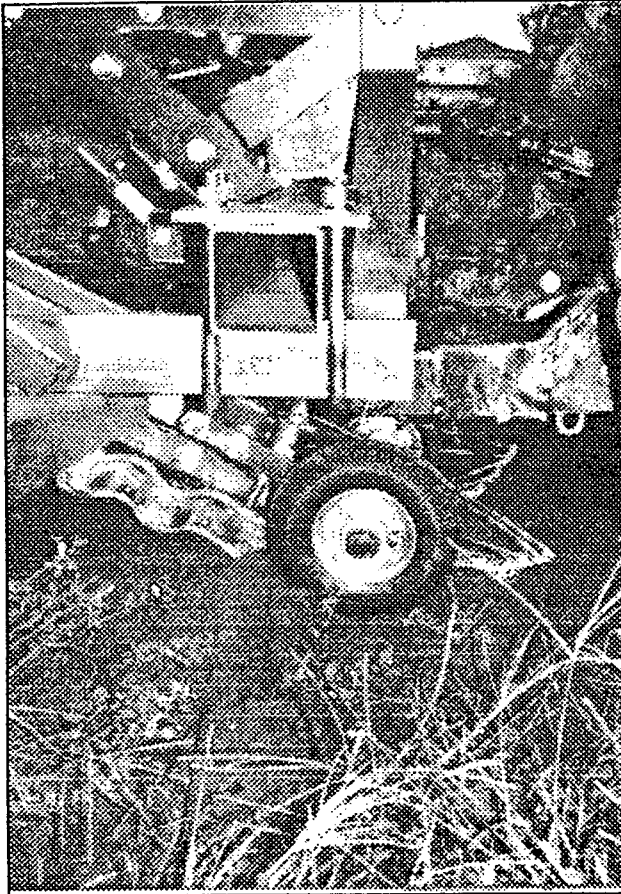


Fig. 4-16: Detalhe das rodas de 220mm

-1 Devido à excessiva maciês do solo causada pelas chuvas, as rodas de suporte do sistema de levantamento originalmente projetadas ($\Phi=100$ mm) tendiam a afundar no solo provocando problemas de embuchamento de plantas à entrada do sistema de elevação. Essas rodas tiveram de ser substituídas por rodas maiores, de 220 mm, em borracha (Fig. 4-16), após o que não mais se observaram problemas dessa natureza.

-2 Como todo o sistema de correias estava articulado à estrutura principal unicamente por meio de um pino (detalhe 8, Fig. 4-3), observou-se um certo grau de vibração, o que, contudo, não prejudicou o funcionamento da máquina.

-3 Notou-se, também, o constante agarramento de sujeiras (ervas, raízes, etc) nos pontos não protegidos do sistema de levantamento e transporte, sem contudo prejudicar o funcionamento dos sistemas.

-4 Embora a técnica de levantamento dos bulbos por meio de suas hastes, tenha funcionado razoavelmente bem para a colheita em uma linha (cerca de 90 % de eficiência de recolhimento), pôde-se notar que tal solução apresenta-se, ainda, pobremente adequada à colheita de duas linhas.

-5 Devido à concepção ter sido montada atrás do trator, houve constantes problemas de desalinhamento máquina-linha de plantio, comprometendo, por diversas ocasiões, a efetividade do recolhimento das plantas. Notou-se, ainda, um grave problema no que diz respeito à ergonomia dessa

solução. Por ter que manter o ponto de agarramento das correias alinhados à linha de colheita e, ainda, ter que guiar o trator, o tratorista era obrigado a constantes deslocamentos do corpo, ora olhando para frente, ora olhando para trás.

6- O último problema que se notou diz respeito à largura do sistema de levantamento. A máquina construída apresentou uma largura de sistema de levantamento de 41 cm, quando o máximo que se permitiria, para que se efetivasse o conceito de máquina modular, seria 30 cm.

4.6 - Conclusões e discussão

No presente item, são listadas, de forma objetiva, as principais conclusões e observações a respeito do desenvolvimento desse primeiro protótipo de uma colhedora de alho. Ao final, são apresentados os argumentos que justificaram a retomada do projeto, em sua fase conceitual.

- Princípios foram desenvolvidos e testados em uma colhedora de alho que cisalha o solo, levanta, limpa e deposita as plantas de alho sobre o canteiro, de uma forma organizada.
- A solução apresentada tem potencial para reduzir consideravelmente os requerimentos de mão-de-obra, se incorporada ao sistema produtivo do alho.
- De um modo geral, os danos nas plantas foram comparáveis com os que ocorrem na colheita manual.
- As características físicas das ramas têm influência definitiva sobre a performance de máquinas que se utilizem dos princípios aqui desenvolvidos.
- A altura de agarramento tem grande influência sobre o manuseio das plantas. Para cada tipo de planta, deverá ser estudada uma altura ótima.
- A profundidade de corte afeta enormemente as reações no trator e na estrutura do implemento. Sugere-se que a lâmina atue o mais rente possível da base dos bulbos, de modo a minimizar esses esforços. Quanto ao posicionamento da lâmina, detalhe 4 na Fig. 4-7, após terem sido testadas 4 diferentes posições, concluiu-se que a extremidade de corte da mesma deverá ser posicionada alguns poucos milímetros (cerca de 15 mm) à frente do ponto de agarramento das correias.

- A solução apresentada se mostrou pobremente adequada à colheita em duas linhas. Direcionadores à entrada das correias de levantamento deveriam ser projetados, de modo a assegurar a colheita de duas linhas por módulo.
- Os princípios estabelecidos para a colheita do alho têm potencial para serem adaptados à colheita de outros tipos de vegetais, com morfologia similar.
- Devido às condições nas quais se realizaram os testes, é altamente recomendável que novos testes sejam feitos, tanto sob outras condições de solo e humidade, como em outros tipos de solo, de modo a confirmar os resultados aqui obtidos.
- Observações indicaram que a velocidade do sistema de limpeza deveria ser, a nível de protótipo, ajustável, de modo a permitir o estudo dos efeitos da velocidade das pás sobre a quebra das hastes e o grau de limpeza dos bulbos.
- Também a nível de protótipo, deveriam ter sido previstas diferentes ajustagem para a velocidade das correias de levantamento e transporte, visando otimizar esse parâmetro.

Devido, principalmente, à não adequação da solução apresentada aos requisitos de ergonomia, o que levou a uma conseqüente não adequação da solução ao requisito de projeto de número 4 da EPP (alinhamento máquina-canteiro), obteve-se uma baixa eficiência de recolhimento das plantas. Sugere-se, por isso, que se busque uma nova concepção, fazendo uso de novos princípios de funcionamento, que melhor se adequem aos requisitos de projeto especificados na EPP.

O desenvolvimento dessa nova concepção será tratado nos capítulos a seguir.

PROJETO CONCEITUAL

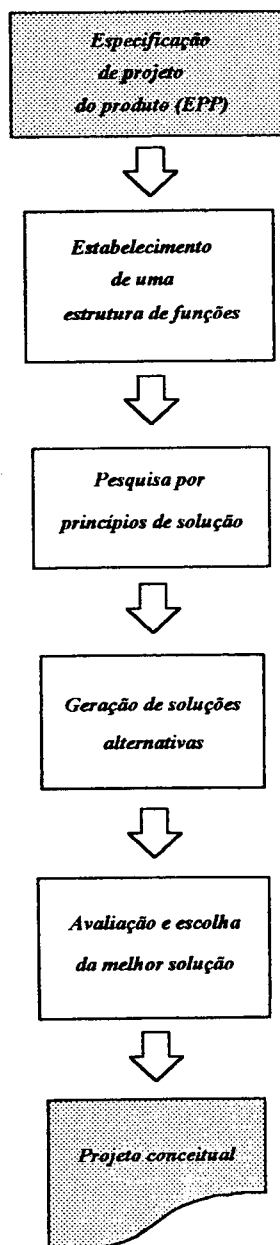


Fig. 5-1: Etapas do Projeto Conceitual

5.1 - Introdução

A fase conceitual do projeto, conforme abordada neste capítulo, refere-se ao conjunto de procedimentos, Fig. 5-1, visando a geração de uma solução conceitual para o produto, a qual satisfaça, da melhor forma, os requisitos especificados na EPP.

Para alcançar esse objetivo, inicialmente é feito um estudo visando-se a identificação e avaliação dos problemas essenciais a serem resolvidos. A própria lista de requisitos de projeto (*especificação de projeto do produto - EPP*), serviu como referência nesse processo. Essa análise permitiu, primeiramente, a identificação das subfunções essenciais que compõem a *função total* (veja também Fig. 1-5) e, a seguir, o estabelecimento da *estrutura de funções* apropriada ao problema.

Na próxima etapa do processo, são geradas soluções para as diversas subfunções, as quais, com o auxílio do *Método da Matriz Morfológica*, permitiram a identificação (geração) de uma solução conceitual para o problema formulado.

5.2 - Estabelecimento de uma estrutura de funções

O presente item relata a etapa de pesquisa e estabelecimento de uma estrutura de funções para o produto em desenvolvimento [27].

Como primeiro passo, tomou-se a lista dos objetivos estabelecidos na EPP (seção 3.3), e procedeu-se à identificação daqueles requisitos de natureza unicamente funcional, como, por exemplo, o item nº 06 da EPP, *controle de profundidade*.

Uma vez identificados os diversos aspectos funcionais do problema, foi possível utilizar o método proposto por Beitz, através do qual é possível indicar funções gerais que, baseadas num fluxo de energia, materiais e sinais, por meio do uso de um diagrama de blocos, são capazes de expressar o relacionamento entre os diversos requisitos.

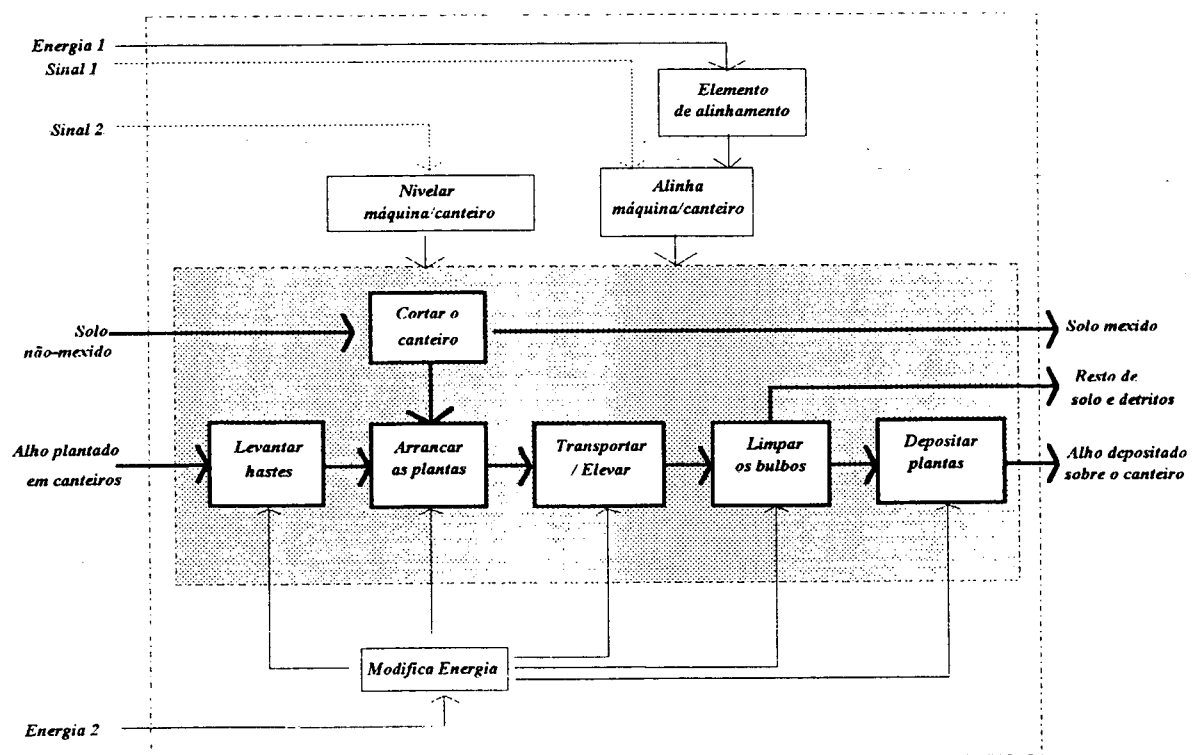


Fig. 5-2: Estrutura de Funções para uma Colhedora de Alho

A Fig. 5-2 apresenta a estrutura de funções gerada. Aqui, o fluxo de materiais, solo e plantas de alho está representado por uma linha espessa. Tem-se também um fluxo de energia, que foi representado por uma linha contínua fina e, finalmente, o fluxo de sinais, que foi representado por uma linha tracejada. As funções principais, ou seja, aquelas que afetam diretamente o fluxo dos materiais,

foram representadas por blocos contornados por uma linha contínua densa. Já as funções auxiliares, ou seja, aquelas que visam atender requisitos de projeto, sem contudo influenciarem diretamente sobre o fluxo de materiais, foram representados por blocos contornados em linhas finas. O contorno do sistema, como um todo, foi delimitado por uma linha traço-ponto.

Deve ficar claro que o método considerava a possibilidade de ajustamentos lógicos. Isso quer dizer que, apesar da estrutura de funções, conforme apresentada no desenho, mostrar, por exemplo, a sub-função "transportar / elevar" anterior à sub-função "limpar bulbos", nada impede que, na solução conceitual a ser determinada, a ordem dessas funções fique invertida, ou mesmo as duas funções sejam assumidas por um único princípio de solução.

5.3 - Geração de soluções alternativas ***(Método da Matriz Morfológica)***

O presente item descreve o método, bem como os resultados alcançados, na geração de soluções conceituais para o problema proposto.

Inicialmente foram utilizados (1) *métodos de geração de ideias*¹ e (2) *pesquisa em literatura técnica*, sendo geradas e identificadas diferentes soluções para cada uma das sub-funções constantes na estrutura de funções apresentada no item anterior. Esse conjunto de idéias está listado nas páginas seguintes.

Na sequência, essas soluções parciais foram alocadas num dispositivo gráfico conhecido por *Matriz Morfológica* (Fig. 5-3), através do qual pode-se visualizar todo o conjunto de opções que se apresentam para a função total. Tomando-se uma determinada *linha* da matriz pode-se identificar, na primeira coluna, a subfunção em consideração e, nas demais colunas, seus respectivos princípios de solução. Optou-se pela representação dos princípios de solução sob a forma ilustrada, por considerar que isso facilitaria os trabalhos posteriores de identificação e escolha das melhores soluções.

¹ Entre os métodos de geração de idéias utilizados incluem-se *Metodo da Palavra-Chave* e *Brainstorm* [29]

5.3.1 - Descrição dos elementos da matriz morfológica

A.-Acoplamento Trator-Implemento

A.1.-Posição relativa do implemento

A.1.1.-à frente

A.1.2.-ao lado

A.1.3.-atrás

A.2.-Tipo de engate máquina-trator

A.2.1.-acoplamento em três-pontos

A.2.2.-acoplamento à barra de tração

A.2.3.- acoplamento especial

B.-Movimento lateral relativo para alinhamento

Trator-Canteiro

B.1.-articulação em 4-pontos

B.2.-roda dentada - cremalheira

B.3.-rodas guias nas laterais do canteiro

B.4.-sem movimento lateral relativo

B.5.-sensor óptico + acionador

C.-Direcionadores para elevação das hastes das

plantas

C.1.-arames cônicos

C.2.-dedos em aço-mola

C.3.-casca anatômica

C.4.-rolos cônicos giratórios

C.5.-sem direcionamento

D.-Dispositivo controlador dos mecanismos

D.1.-transmissão mecânica

D.2.-elemento humano

D.3.-servo-mecanismo

E.-Corte do canteiro

E.1.-Braço da lâmina

E.1.1.- ao E.1.6.- diferentes formas construtivas para o braço da lâmina

E.2.- Lâmina para o corte do solo

E.2.1.-plana reta

E.2.2.-plana em forma de cauda de andorinha

E.2.3.-curvada reta

E.2.4.-triangular reta

E.2.5.-arame reto

E.2.6.-plana dentada no corte

E.3.- Corte longitudinal do solo

E.3.1.- grade rotativa

E.3.2.-discos rotativos

E.3.3.-elementos especiais sobre a lâmina

E.3.4.- sem corte longitudinal

F.- Arrancamento das plantas

F.1.-enxada rotativa

F.2.-mecanismo tipo "pinça"

F.3.-par de correias

F.4.-disco giratório

F.5.-tipo "rod digger"

F.6.-correia com pegadores

F.7.-tipo vassoura rotativa

F.8.-par de borrachas giratórias

G.-Transporte das plantas

G.1.-correia plana

G.2.-par de correias

G.3.-rolos girantes consecutivos

G.4.-sistema de escada elevadora

G.5.-sistema de canecas

G.6.-peneira vibratória

G.7.-transportador helicoidal

H.-Limpeza dos bulbos

H.1.-escova rotativa

H.2.-impacto sobre elementos transversais

H.3.-jato de ar

H.4.-pás rotativas

H.5.-sem limpeza

I.- Deposição das plantas sobre o solo

I.1.-tipo silo

I.2.-correia transportadora

I.3.-chapa dobrada reta

I.4.-chapa dobrada curva

I.5.-queda livre

J.- Suporte da máquina

J.1.-rodízios

J.2.-tipo esquis

J.3.-sem suporte

K.-Fonte / tomada de energia

K.1.-rodízios especiais

K.2.-TDP do trator + cardan

K.3.-sistema hidráulico do trator

K.4.-automotriz

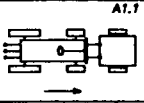
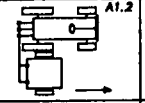
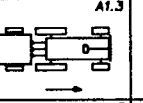
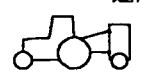
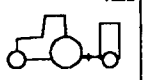
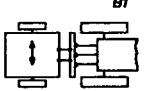
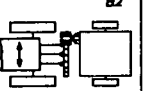
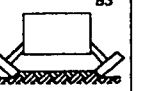




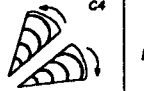
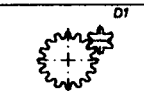
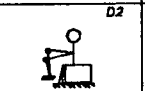






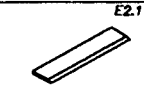


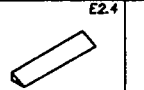

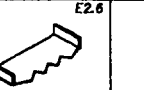
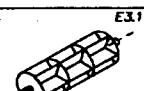
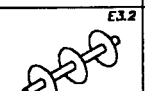


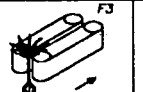


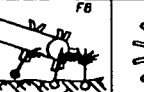
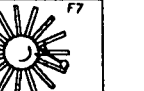
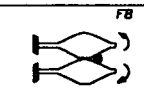


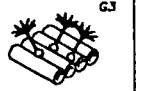
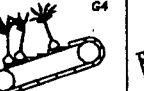
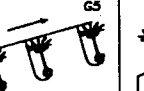

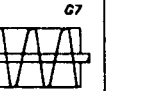


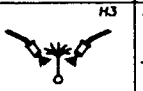
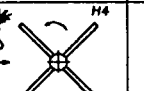

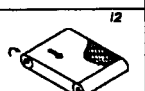
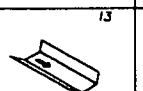
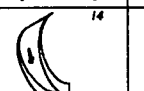
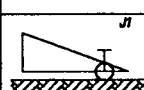

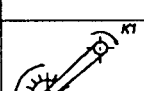
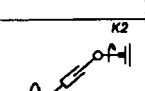
MATRIZ MORFOLÓGICA PARA O PROJETO CONCEITUAL DE UMA COLHEDORA DE ALHO							
A	A1						
	A2			A2.3	ACOPLAMENTO ESPECIAL		
B					B5	SENSOR ÓPTICO	
C					C5	SEM DIRECIONADOR	
D			D3	SERVO MECANISMO			
E	E1						
	E2						
	E3			E3.3	SEM CORTE LONGITUDINAL		
F							
							
G							
H					H5	SEM LIMPEZA	
I					I5	QUEDA LIVRE	
J			J3	SEM SUPORTE			
K			K3				

Fig. 5.3: Matriz morfológica para uma colhedora de alho

5.4 - Identificação da solução apropriada

Através do simples rearranjo das diferentes linhas e colunas da matriz, o método da matriz morfológica permite a elaboração de uma quantidade muito grande de soluções para o problema. O método permite, ainda, a visualização das diversas possibilidades em estudo, o que muitas vezes leva até mesmo ao aparecimento de concepções inovadoras, obtidas, por exemplo, de uma aglutinação entre dois ou mais princípios.

Levando-se em consideração todos os requisitos de projeto estabelecidos na EPP e, ainda, a compatibilidade técnica e física entre os diversos princípios de solução, partiu-se para uma investigação que buscava identificar soluções compatíveis, preferencialmente inovadoras. Esse trabalho iterativo de identificação e avaliação, culminou com a invenção de um novo princípio para o problema do arrancamento e transporte das plantas. Pode-se dizer que esse novo princípio foi obtido por um processo de aglutinação das vantagens (leia-se atendimento às EPP's) oferecidas pelos elementos F2, F3, F6 e G2 da matriz. A idéia aqui era que as plantas fossem arrancadas e transportadas pelo mesmo sistema, como nas colhedoras do tipo "top lifting", aproveitando-se a vantagem das colhedoras do tipo "rod digger", as quais executam a colheita por varredura.

5.4.1 - Descrição do princípio de funcionamento da solução

Os elementos constituintes da solução escolhida são descritos na Fig. 5-4. O desenho esquemático mostrando a solução conceitual para o problema é apresentado na Fig. 5-5.

Para esse protótipo, o implemento é acoplado, sem movimento relativo, aos três pontos (5) da traseira do trator. À medida que o trator avança para dentro do canteiro, as hastes das plantas passam a ser guiadas entre dois rolos consecutivos (1, 2), onde permanecem até o momento de serem arrancadas, quando o segundo rolo (2) encontra o seu contrapartido (3), do sistema de rolos inferiores. Agarradas pelo par de rolos (2,3) as plantas são arrancadas e elevadas até o momento em que serão liberadas sobre o canteiro. Uma lâmina (4) deverá ser prevista no projeto de modo a cortar as raízes das plantas, soltando os bulbos do solo, o que facilita o arrancamento.

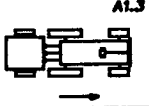
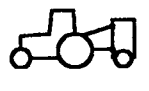
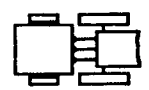





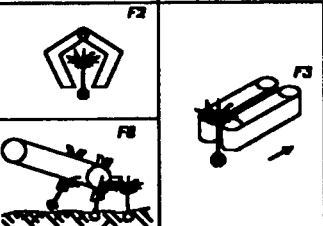





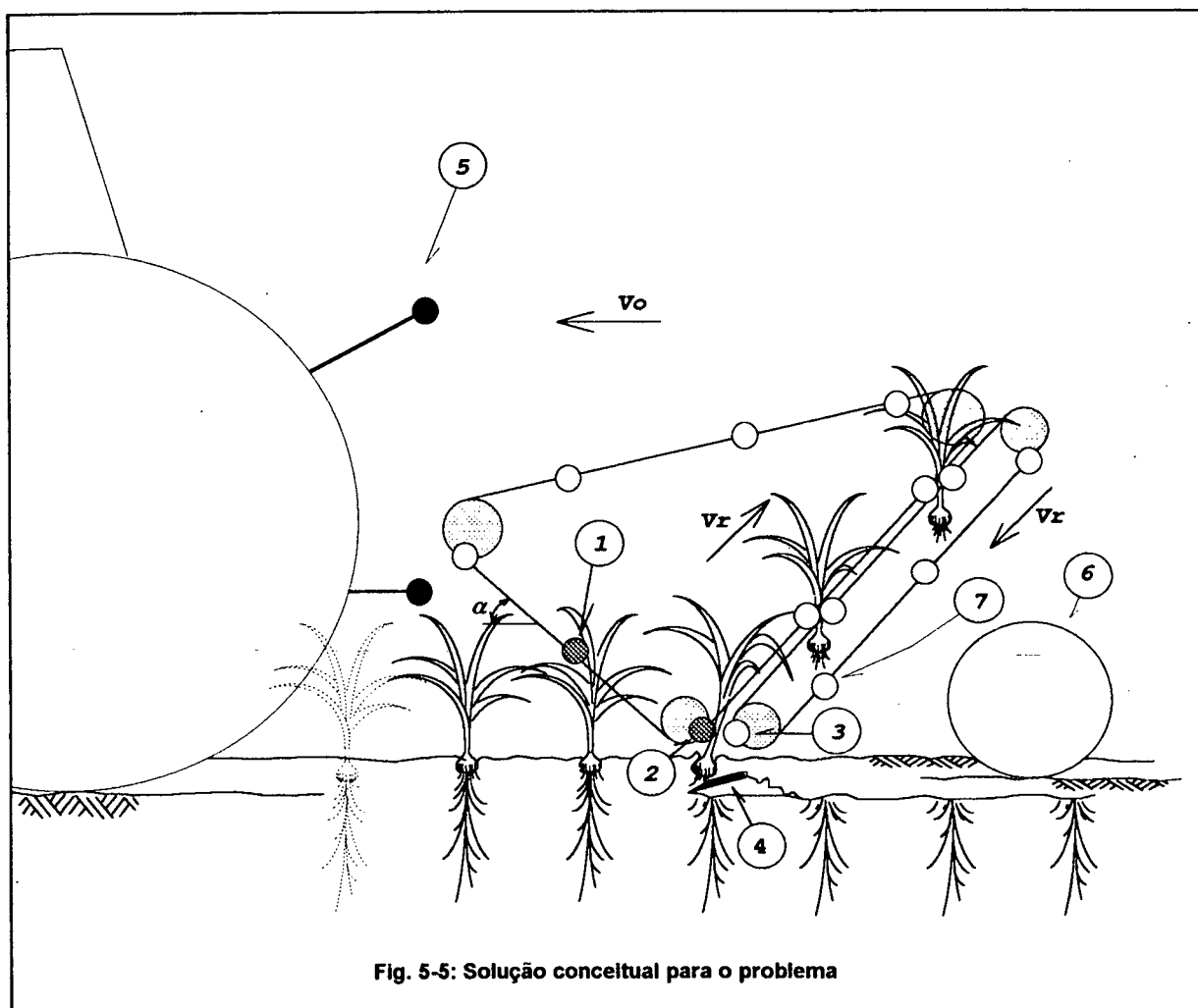
A	A1		Implemento posicionado na parte traseira do trator.
	A2		Engate nos tres pontos com rodizio.
B			Acoplamento implemento-trator do tipo rigido.
C			Nao preve uso de direcionadores.
D			Sistemas acionados mecanicamente.
E	E1		Braco composto de elementos estruturais soldados.
	E2		Lamina plana reta com gume na parte inferior.
	E3		Nao preve corte longitudinal
F			A solucao para arrancamento das plantas, conforme descrito no item 5.4.1, toma vantagem das tres solucoes aqui apresentadas.
G			Plantas transportadas por dois elementos moveis paralelos.
H			Limpeza dos bulbos pelo principio de impacto.
I			Nao preve elemento para deposicao das plantas sobre o centeiro.
J			Implemento suportado por rodizios.
K			Mecanismos do implemento acionados por "cardan".

Fig. 5-4: Elementos constituintes da solucao conceitual escolhida para a colhedora de alho

A energia de acionamento dos mecanismos do implemento será fornecida diretamente pela TDP do trator. Foi previsto, ainda, o uso de rodas (6), cuja função básica é o nivelamento do implemento em relação ao canteiro e da lâmina em relação à profundidade de corte.



Considerando que a colheita será feita por varredura, pôde-se dispensar o uso de elementos direcionadores. Devido à simplicidade da solução apresentada, o equipamento não deverá prever, também, dispositivo controlador de mecanismo (item D da matriz morfológica).

Quanto à limpeza das plantas (item H da matriz morfológica), propôs-se, para esse protótipo, o uso dos próprios rolos do sistema inferior, os quais, em seu movimento descendente (7), deverão impactar os bulbos de alho.

Capítulo VI

PROJETO PRELIMINAR

6.1 - Introdução

Os capítulos descritos até aqui culminaram com a apresentação de uma solução conceitual para o problema proposto. No presente capítulo, serão analisados, escolhidos e dimensionados os principais elementos e conjuntos que compõem a solução apresentada.

Para o trabalho de dimensionamento, são usados modelos matemáticos usuais e, ainda, programas CAE/CAD disponíveis. Na seleção de componentes, foram utilizadas as especificações de projeto do produto - EPP, capítulo 3, como base para a tomada de decisão.

6.2 - Conjunto de arrancamento e transporte

O mecanismo desenvolvido para a execução da tarefa de arrancamento e transporte dos bulbos é composto, conforme discutido no capítulo anterior, por dois conjuntos (Fig. 6-1), superior e inferior, os quais são formados, basicamente, por rolos (1) presos a um elemento de suporte (2). No presente item, são avaliados e dimensionados os seguintes parâmetros:

- **Vr:** velocidade de translação dos rolos;
- **Ho:** vão-livre entre o ponto inferior do conjunto de rolos inferiores e a superfície do canteiro;
- **Vo:** velocidade de deslocamento do conjunto implemento trator;
- **Ds:** diâmetro do elemento acionador do suporte dos rolos inferiores;
- **Dr:** diâmetro dos rolos;
- **Le:** largura de alimentação;
- **α :** ângulo de entrada;
- **He:** altura na entrada e
- **Hs:** altura na saída.

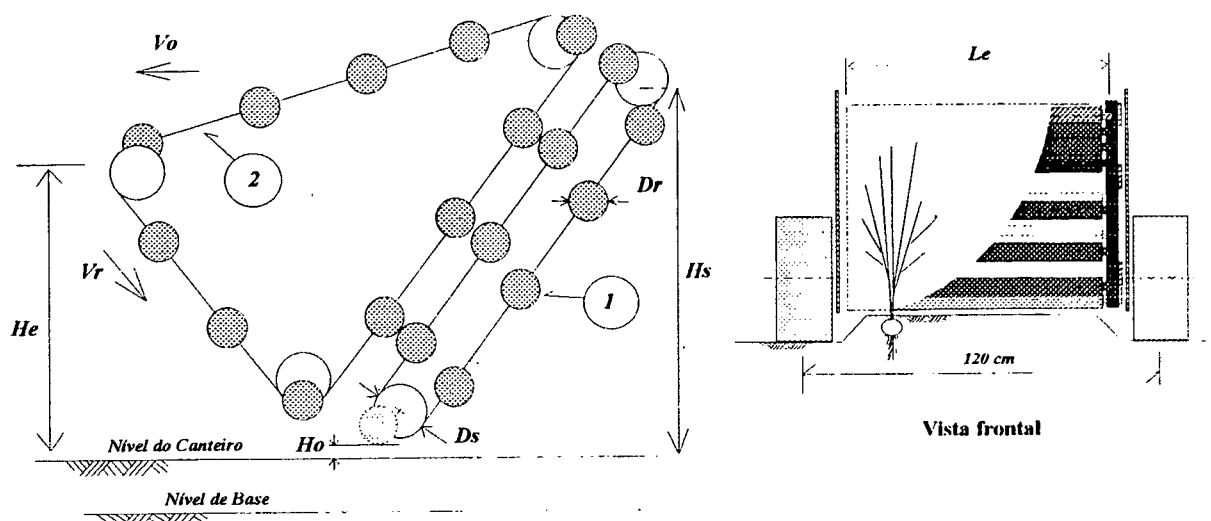


Fig. 6-1: Conjunto de arrancamento e transporte

6.2.1 - Cinemática do conjunto (Bancada de Testes)

A cinemática do conjunto é considerada como sendo o ponto mais crítico da solução apresentada, já que se relaciona diretamente com a funcionalidade e desempenho da máquina em desenvolvimento.

Na inexistência de um modelo matemático capaz de descrever o interrelacionamento entre os parâmetros relacionados diretamente à cinemática do conjunto em questão, fez-se necessária a construção de uma bancada de testes, com o objetivo de avaliar a sensibilidade do conjunto a cada um dos parâmetros.

A bancada foi construída utilizando-se materiais básicos, tais como madeira, borracha e peças de aço. A escala utilizada foi de 4:1. A Fig. 6-2 apresenta o desenho do conjunto montado, com destaque para os parâmetros estudados com o auxílio desse modelo. Para o modelo, o deslocamento (V_o) do implemento era simulado por uma correia "V-B" (1), acionada por um motor (M1). Durante os testes, V_o foi mantida constante, em 3 km/h, a qual corresponde à velocidade especificada na EPP de número 3, seção 3.5. Ao longo da correia, foram feitos furos ($\Phi=4\text{mm}$) onde eram inseridas os modelos das plantas de alho.

Estes modelos de alho (2) foram construídos em papel, sendo que o caule (3) foi enrigessido por um palitete de madeira. O conjunto de levantamento e transporte era composto de uma correia "V - A" (4), na superfície da qual foram colados os rolos (5), que eram compostos de um pequeno eixo de

aço ($\Phi=3\text{mm}$), recoberto por borracha macia ($\Phi e=5\text{mm}$). O conjunto inferior era formado por uma borracha plana flexível (6). Todo o conjunto era movido por um motor (M2).

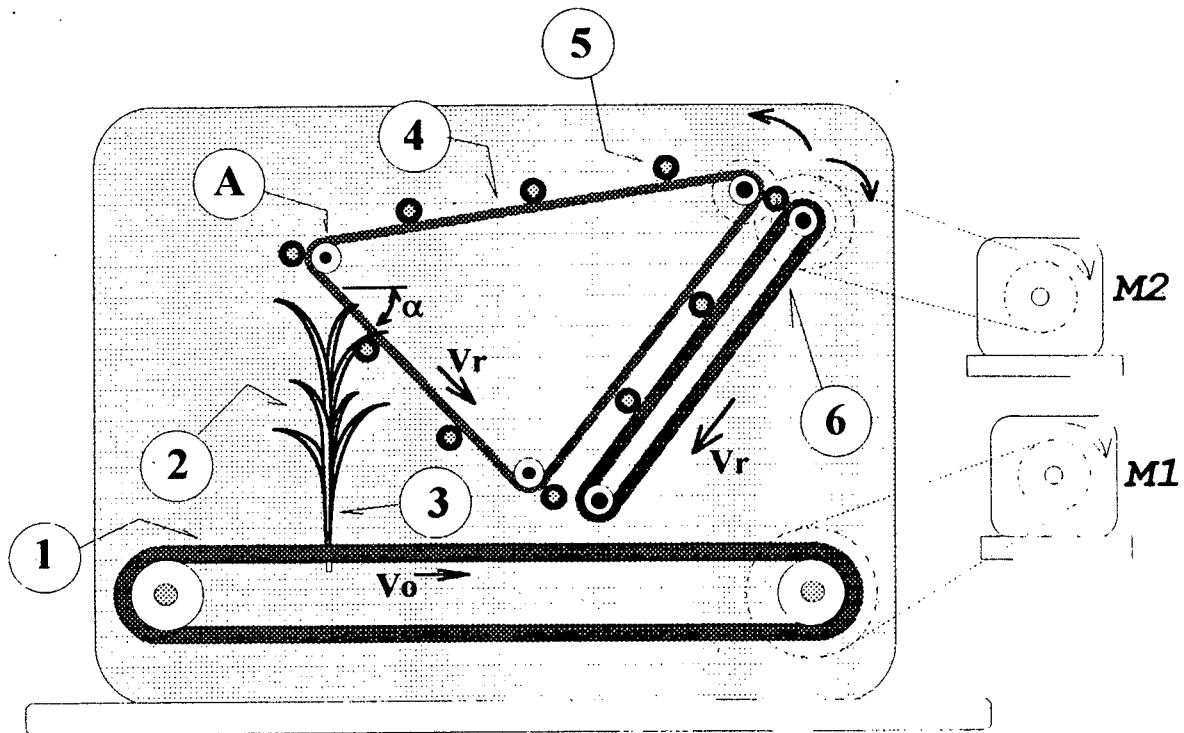


Fig. 6-2: Bancada de testes

O ângulo α podia ser regulado por meio da variação da posição do ponto A. Para esse modelo, foram testados quatro diferentes ângulos, entre 30 e 50 graus. A velocidade V_r era regulável por meio da variação na rotação do motor M2. Foram testadas seis (6) velocidades para cada uma das inclinações.

RESULTADOS OBTIDOS

1) Pto de entrada das plantas no conjunto x Relação V_0/V_r

Devido à forma aleatória com que as plantas foram alimentadas para dentro do conjunto, notou-se a ocorrência de três situações, no que tange à posição das plantas em relação aos rolos (1) e (2) Fig.

6-3:

- a)- planta adiantada;
- b)- planta atrasada; e
- c)- planta no ponto médio.

Independente do caso, notou-se que a sequência de movimento do conjunto irá depender, para cada valor da α , da relação entre V_0 e V_r' ($V_r' = V_r \times \cos\alpha$). Considerando como ponto ideal de recolhimento aquele em que as plantas sejam arrancadas e transportadas em um sentido normal ao solo, algumas conclusões foram tiradas a esse respeito:

a)- Para qualquer das três situações, para valores de V_0 maiores que V_r' , as plantas tendiam a cair para trás. Neste caso, a efetividade do conjunto de recolhimento era, invariavelmente, prejudicada. Esse problema foi notado crítico na situação "a" simulada na Fig. 6-4. Para os casos "b" e "c", as plantas, no momento do arrancamento, já haviam "passado do ponto". Nesse caso, porém, elas acabavam sendo recolhidas pelo par de rolos subsequente..

b)- Para valores de $V_0 = V_r'$, observou-se que as plantas eram melhor recolhidas para o caso da situação "c". Pela sua alta eficiência, essa é considerada a situação ideal. Para a situação "b", as plantas eram colhidas um pouco atrasadas, enquanto que na situação "a" elas eram colhidas um pouco adiantadas.

c)- Quanto foram testados valores de $V_0 < V_r'$, as plantas tendiam a "cair para frente", especialmente na situação b. Neste caso, notou-se que, quanto maior o coeficiente V_r' / V_0 , maior a tendência das plantas serem colhidas adiantadas, como mostra a sequência ilustrada na Fig. 6-5.

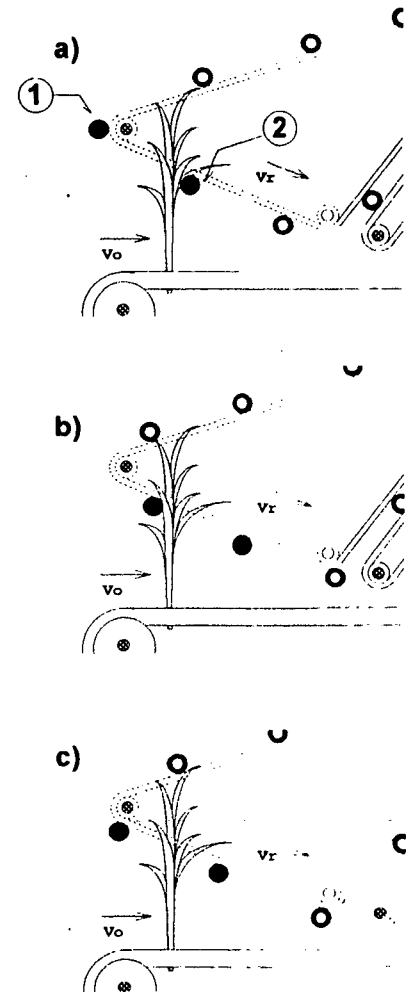


Fig. 6-3: Ponto de Entrada das plantas no sistema

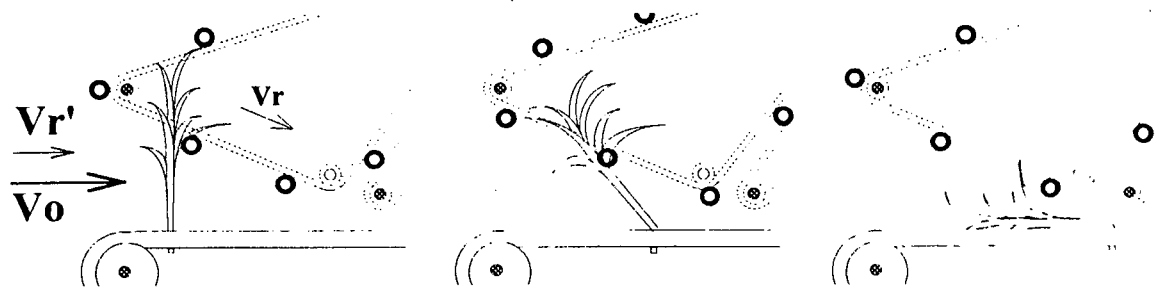


Fig. 6-4: Cinemática do sistema, situação "a", com $V_0 > V_r'$

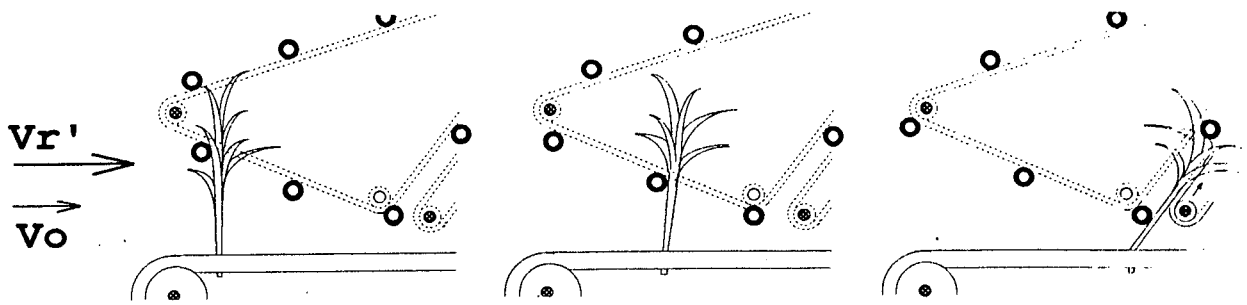


Fig. 6-5: Cinemática do sistema, situação "b", com $V_o < V_r'$

2) Influência da inclinação α

Durante os ensaios, pôde-se observar que ângulos na faixa de 40 a 50 graus favoreciam o recolhimento das plantas. A explicação para esse fenômeno baseia-se na influência do tempo de permanência das plantas dentro da "área de interferência do conjunto" (setor sombreado na Fig. 6-6). Por esse raciocínio, concluiu-se que ângulos pequenos, para um mesmo H_e , aumentam a distância l_s , o que aumenta também o tempo de permanência da planta no setor referenciado, aumentando, por consequência, o tempo disponível para a ocorrência dos fenômenos de caimento, tanto para frente quanto para trás.

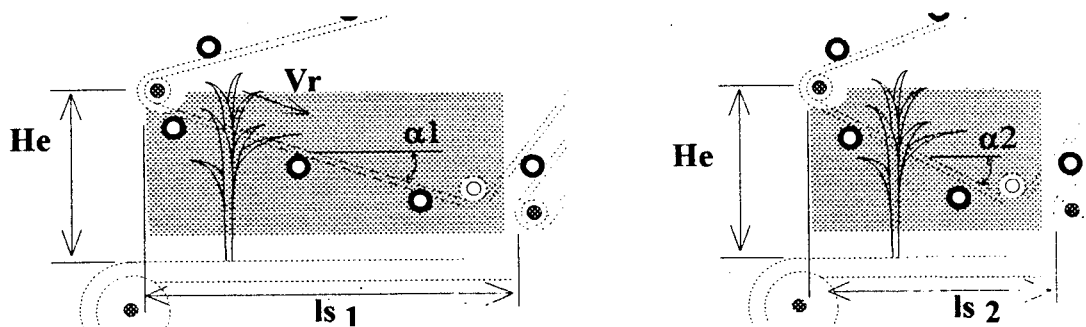


Fig. 6-6: Influência do ângulo α

3) Considerações finais

Ao final dos trabalhos de observação sobre a bancada de testes, algumas conclusões foram retiradas em relação aos parâmetros V_r e α . Quanto à velocidade V_r , os ensaios na bancada mostraram que velocidades V_r' um pouco maiores que V_o (aproximadamente 1,2 vezes) apresentaram o mais alto índice de recolhimento, bem próximo a 100%. Nesta situação, ou as plantas eram recolhidas um pouco adiantadas (queda para trás), ou elas eram colhidas exatamente no ponto. Somente em poucos casos

elas eram colhidas atrasadas, sem contudo deixarem de ser recolhidas. Quanto ao ângulo α , decidiu-se adotar o valor de 45 graus. Para esse ângulo adotado e, considerando-se as observações anteriores, resulta uma velocidade V_r , para o conjunto de arrancamento, de aproximadamente 1,62m/s. Quanto à distância entre os rolos, sugere-se que a mesma tenha influência sobre a performance do sistema, sem ter sido, contudo, analisada essa influência no presente estudo.

6.2.2 - Dimensionamento dos parâmetros básicos

a) **Altura na entrada (H_e):** a altura na entrada (altura de alimentação) foi determinada considerando-se (1) as dimensões da parte aérea das plantas, e (2) as dimensões normalizadas para os 3-pontos dos tratores da categoria II. Tomadas essas considerações, chegou-se a um valor mínimo necessário para H_e de aproximadamente 50 cm.

b) **Altura na saída (H_s):** considerando-se que o equipamento em questão deverá, na continuidade desse trabalho, ser acrescido, conforme descrito no capítulo 1, de sistemas complementares, decidiu-se prever um espaço livre para a saída do material da máquina. Assim, para a altura H_s foi adotada o valor de 100 cm.

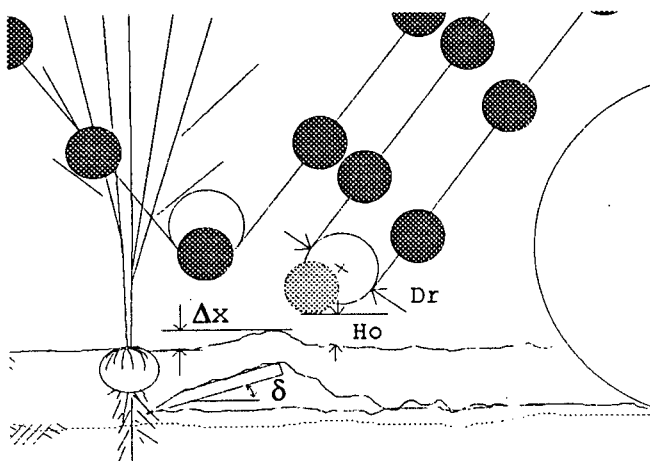


Fig. 6-7: Detalhe do vão-livre implemento-canteiro

c) **Vão-livre (H_0):** a distância mínima, H_0 , está diretamente relacionada ao ângulo de corte da lâmina (δ), ângulo esse que influencia diretamente na movimentação vertical do solo no momento em que está sendo cisalhado

Δx (Fig. 6-7). Pode-se dizer, então, que a distância real é corretamente determinada pela diferença $H_0 - \Delta x \Rightarrow F(\delta)$. Assim,

considerando-se um ângulo δ entre 30 e 40 graus e a largura da lâmina de 10 cm, tem-se um valor para o parâmetro H_0 de, no mínimo, 5 cm.

d) **Largura de alimentação (L_e):**
Tomando-se a largura do canteiro, 100 cm, e considerando ainda que as plantas localizadas nas suas bordas podem ter as hastes extrapolando de Δl (aproximadamente 10 cm) os limites físicos do canteiro (ver Fig. 6-8), decidiu-se adotar uma largura na entrada de 120 cm.

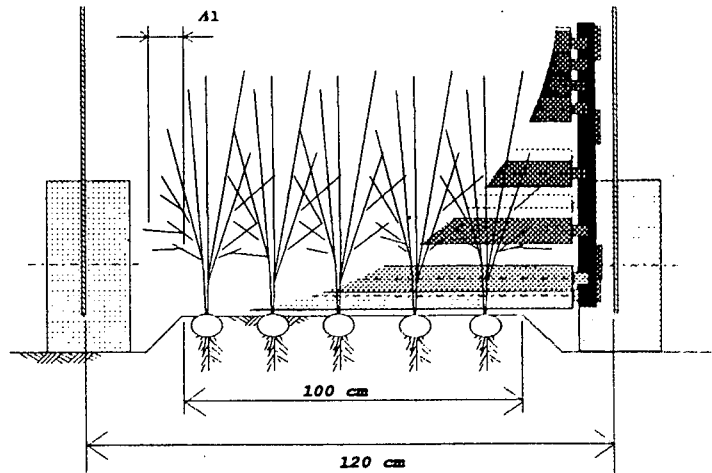


Fig. 6-8: Detalhe da abertura à entrada

6.2.3 - Outros aspectos relacionados

a) Rolos de arrancamento e transporte

Considerando que o requisito de projeto nº 8 sugeria uma interface entre máquina e planta que permitisse um manuseio suave das hastes e, ainda, considerando a largura mínima adotada para a máquina de 120 cm, optou-se por rolos compostos de um elemento estrutural (ou alma), coberto de um elemento macio. A Fig. 6-9 mostra o desenho esquemático da montagem sugerida. A "alma" (3) era

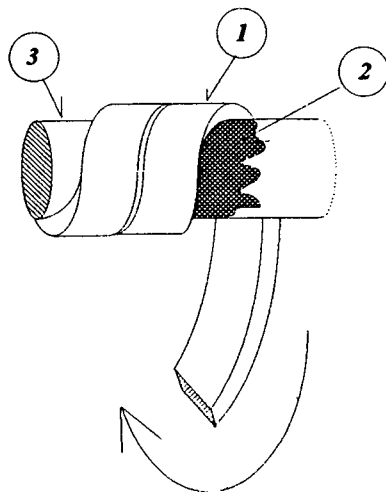


Fig. 6-9: Detalhe dos rolos

necessária para que fossem evitados problemas devidos à flexão dos rolos, como, por exemplo, ineficácia do conjunto no momento do arrancamento das plantas, devido ao aparecimento de uma folga maior que o diâmetro das hastes da planta. Já a cobertura externa (1) teria função de evitar o amassamento das hastes no momento do arrancamento e, ou, durante o transporte das plantas, além de compensar pequenas deflexões da alma.

Optou-se pelo uso de tubos de parede grossa (tubo para alta pressão), com diâmetro de 25,4mm, como elemento de sustentação. Para elemento protetor da superfície dos rolos, ou seja, aquela superfície efetivamente responsável pela interface planta-máquina, foi escolhida borracha flexível de seção retangular fixada por cola (2) nos rolos em sentido helicoidal.

b) Elemento de sustentação dos rolos

A própria natureza da solução desenvolvida para o conjunto de arrancamento e transporte, exige simultaneidade de movimento entre os conjuntos superior e inferior. Com vistas nessa necessidade, escolheu-se, conforme mostrado na Fig. 6.10, para elemento de sustentação dos rolos e, por consequência, transmissão de movimento ao conjunto, correntes (1) com elos especiais. Nos elos especiais (2), do tipo com *abas*, são fixados os rolos (3).

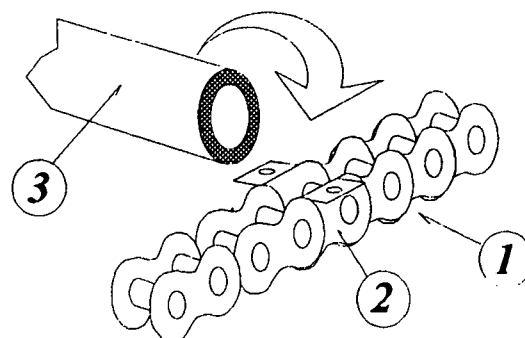


Fig. 6.10: Elemento de sustentação dos rolos

c) Estrutura de sustentação do conjunto de arrancamento e transporte

As correntes, conforme adotadas no item anterior, exigem rodas dentadas que, por sua vez, são suportadas por eixos. De modo a serem evitados problemas, tais como embuchamento de plantas, os eixos não devem ser passantes através da largura da máquina. Para o presente projeto foram previstos dois eixos, cada um engastado em um elemento de suporte lateral, os quais são o objeto principal de estudo desse item

Inicialmente, propôs-se que o elemento de suporte lateral fosse uma estrutura do tipo treliçada, com o objetivo de garantir uma relação peso / volume favorável. Neste caso os mancais de suporte para os eixos estariam ancorados nessa estrutura.

Numa segunda proposta, os mancais e, por consequência, todo o conjunto de arrancamento e transporte, seriam ancorados em duas placas laterais.

Dois fatores guiaram a decisão sobre a solução a ser adotada:

1ª) Segurança: quanto a esse requisito, nota-se que a primeira opção apresenta-se menos adequada, a partir do fato que uma estrutura do tipo vazada sugere a possibilidade de indivíduos, ou do próprio operador, inadvertidamente, entrar em contato com as partes móveis da máquina. Neste caso, a segunda leva evidente vantagem, já que o elemento do tipo *placa inteiriça*, por si só, evitaria a predisposição para a ocorrência desse tipo de problema.

2ª) Facilidade de fabricação e montagem: mais uma vez, a segunda opção mostrou-se melhor, já que processos de corte e soldagem de dois conjuntos de estruturas treliçadas são, normalmente, de execução complexa, principalmente pela necessidade de serem esses dois conjuntos gêmeos. Um outro ponto positivo para a segunda opção é a possibilidade de se trabalhar melhor os aspectos de desenho industrial (próximo item) da máquina.

Adotada as placas laterais (veja detalhe da Fig. 6-11) como elemento de suporte, partiu-se para o processo de dimensionamento. Nesse processo, procurou-se otimizá-las em relação à espessura da parede, o que acarretaria uma otimização em relação ao peso, importante requisito, conforme descrito no item 13 da EPP. Na inexistência de um modelo matemático que pudesse considerar todos os esforços atuantes nos mancais das placas, foi utilizado um programa comercial¹, que utiliza elementos finitos. Assim sendo, chegou-se a uma espessura de 5,3mm. O apêndice 1 apresenta (1.a) o programa fonte e (1.b) a placa discretizada.

d) Aspectos de desenho industrial

A motivação para o estudo dos aspectos de desenho industrial deve-se a um fato muito simples: *"as pessoas compram aquilo que vêem"*. Os objetivos estabelecidos pelas especificações de nº 15 e 16, relativos, respectivamente, (1) à necessidade de harmonização das linhas do implemento às do trator e (2) à importância de uma aparência robusta para o produto, guiaram esse estudo.

O método escolhido para esse estudo foi a construção de um modelo, em escala 1:10. A própria concepção do produto sugere que as placas laterais, conforme determinadas no item anterior, bem como as rodas, são os elementos mais importantes sob a ótica de estética. Após terem sido propostas diversas configurações, decidiu-se adotar a configuração apresentada na Fig. 6-11. Aqui, pode-se notar a especial atenção dada às rodas de suporte. Nota-se, também, o detalhe da traseira da máquina, a qual se harmoniza com os paralamas do trator. Outro elemento trabalhado foi a tampa dos mancais.

No que se refere à cor, optou-se pela combinação das cores cinza claro, vermelho mustang, branco e detalhes em preto. É importante constar que a construção desse modelo permitiu, ainda, além

¹ Para o caso em questão, utilizou-se o "pacote" comercial Ansys 40

do estudo dos aspectos estéticos do produto, um estudo de interferência entre os diversos elementos dos conjuntos.

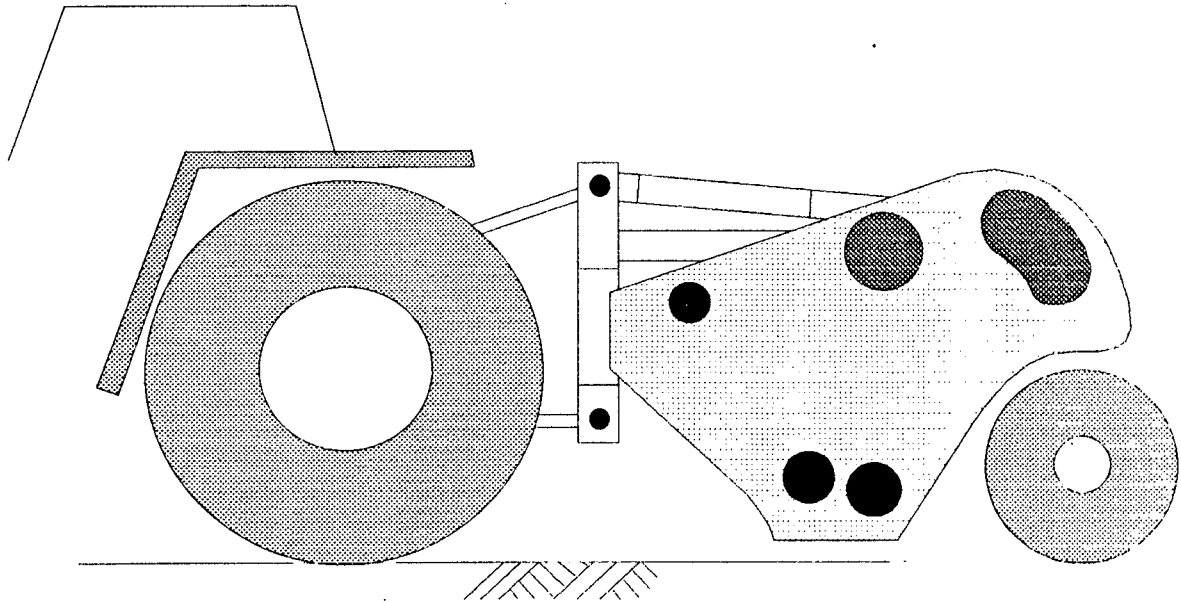


Fig. 6-11: Configuração estética proposta para o segundo protótipo

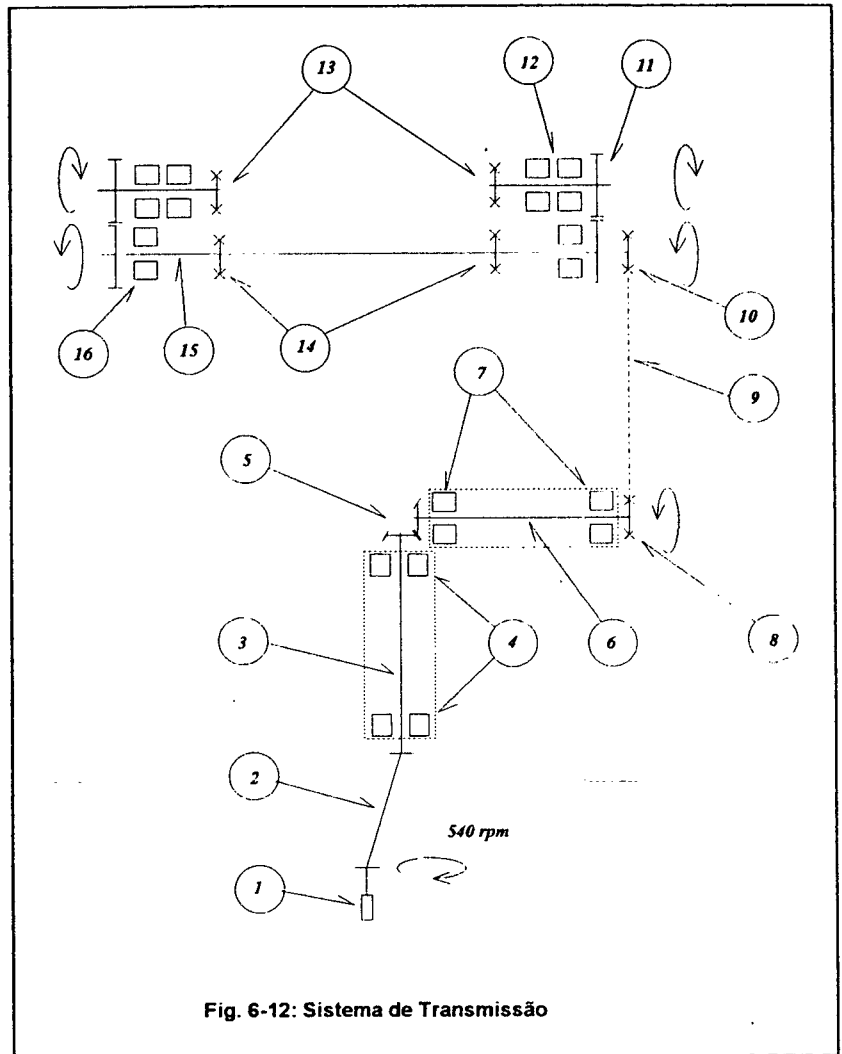
6.3 - Conjunto de transmissão de potência

A determinação dos elementos constituintes do conjunto de transmissão e potência foi baseada, prioritariamente, na EPP nº 2, que diz respeito à necessidade de que os conjuntos mecânicos fossem os mais simples possível, preferencialmente constituídos por peças normalizadas e elementos de fácil fabricação e aquisição.

A Fig. 6-12 mostra o desenho esquemático da solução proposta para esse sistema. Aqui, o acionamento é feito a partir da TDP do trator (1), ligado à rotação de 540 rpm^2 . A partir da TDP, a potência é transmitida, por meio de um eixo do tipo "cardan" (2) (normalmente disponíveis nas fazendas de alho), a um eixo primário (3), suportado por dois mancais de rolamentos (4). Do eixo (3), a potência é transmitida a um eixo secundário (6) por meio de um par de engrenagens cônicas (5). Esse eixo

² Todos os tratores da categoria 2, atualmente comercializados no Brasil, possuem, no mínimo, a rotação 540 rpm em comum.

secundário é apoiado por dois mancais (7). Na outra extremidade do eixo secundário, a potência aciona um conjunto corrente (9) / rodas-dentadas (8)(10), o qual transmite a potência a um eixo passante (14). Aqui, a rotação é invertida por um par de engrenagens de dentes retos (11), o que permite acionar os dois conjuntos, superior (13) e inferior (14), do conjunto de arrancamento e transporte. As rodas dentadas, de acionamento do conjunto superior, são acionadas através de um semi-eixo, o qual é suportado por um par de rolamentos (12). A relação de transmissão entre os eixos 3 e 15 deverá ser adequadamente dimensionada, a



fim de se obter a velocidade tangencial das rodas dentadas 13 e 14 de $V_r = 1,62\text{m/s}$.

6.4 - Análise da operação de corte do solo

O presente item descreve o método utilizado, bem como os resultados obtidos, no processo de concepção, dimensionamento e otimização da lâmina de corte dos canteiros. Os requisitos, os quais guiaram esse estudo, foram os seguintes:

- a lâmina deve promover a quebra do solo, facilitando, assim, a separação dos bulbos da terra;
- a "quebra" do solo não pode levar ao tombamento das planta, o que poderia dificultar o processo de recolhimento e

- o processo deve consumir o mínimo de energia.

Considerando-se a inexistência de um modelo matemático capaz de descrever o interrelacionamento entre os inúmeros parâmetros concorrentes para a otimização dos objetivos acima estabelecidos, procurou-se trabalhar por partes, buscando-se, ao final desse processo, uma solução que pudesse ser considerada satisfatória. Considerando, agora, que apenas o terceiro item permite o uso de modelos matemáticos, decidiu-se partir desse ponto, para, a seguir, tomarmos os resultados aí obtidos, de modo a otimizar o conjunto quanto aos demais requisitos.

6.4.1 - Processo de corte do solo

Para o trabalho de otimização da energia consumida no processo de corte, foram avaliados os seguintes parâmetros em relação ao esforço de corte:

- profundidade de trabalho da lâmina (d);
- ângulo de inclinação da lâmina (δ);
- velocidade de trabalho (V_0);

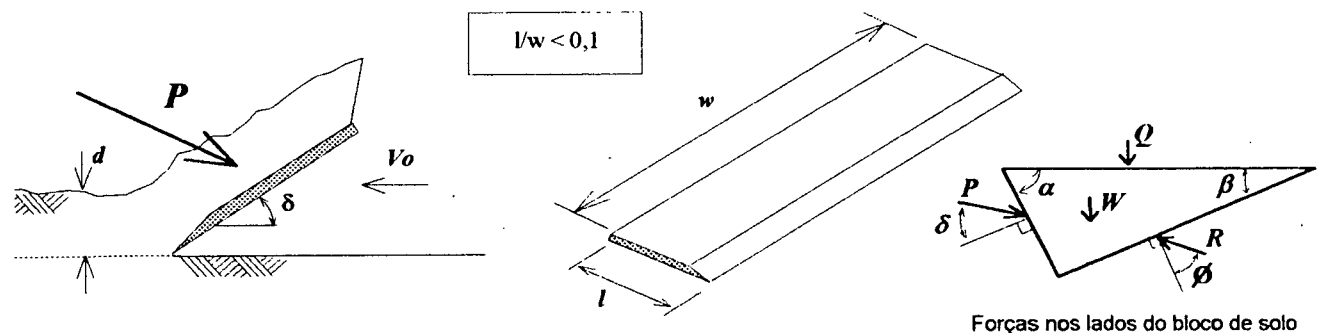


Fig. 6-13: Relações geométricas básicas entre velocidades e comprimentos para um segmento de solo reagindo ao efeito de corte de uma lâmina.

O modelo matemático utilizado nesse estudo é descrito, detalhadamente, na Ref. 30, e é baseado no esquema de corte mostrado na Fig. 6-13, podendo ser resumido pela seguinte equação, a qual fornece a força P de corte do solo:

$$P = (g \cdot d^2 \cdot Ng + C \cdot d \cdot Nc + q \cdot d \cdot Nq) \cdot w \quad [N] \quad 6-1$$

Onde:

γ : peso específico do solo = 17.000 N/m³;

w : comprimento da lâmina = 1,2 m;

q : pressão externa = desprezável

Os valores de N_γ , N_c e N_q são retirados diretamente de curvas típicas apresentadas na Ref. [31]. Os valores referentes às características do solo, usados nos cálculos foram:

ϕ : ângulo de fricção interna do solo = 30 graus;

θ : ângulo de fricção solo-ferramenta = 20 graus;

C : coesão solo-solo = 30.000 N/m²;

Ca : adesão solo-ferramenta = 18.900 N/m²

Observa-se que o modelo adotado despreza os efeitos, tanto da velocidade V_0 , quanto da largura da lâmina, l , sobre a força de corte. Despreza, ainda, a influência das resistências adicionais provenientes das bordas laterais da lâmina. Segundo Hettiaratchi & Reece [32], estas simplificações implicam em erros de menos de 2%, para o caso de ferramentas longas, com razão $w / l > 10$.

Após obter o valor de P , Eq. 6-1, os valores de H (componente horizontal) e V (componente vertical), ambos já considerando os efeitos da adesão solo-ferramenta, foram determinados pelas seguintes equações:

$$H = P \cdot \sin(\delta + \theta) + Ca \cdot d \cdot w \cdot \cot \delta \quad 6-2$$

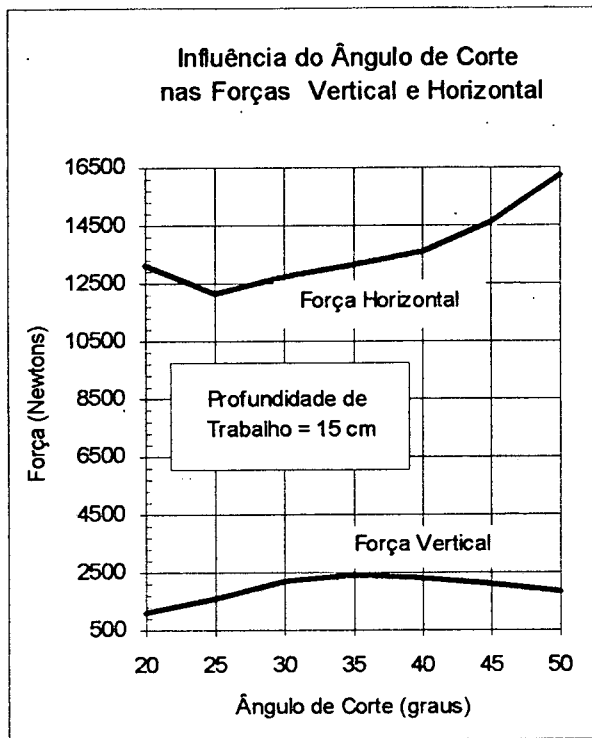
e,

$$V = P \cdot \cos(\delta + \theta) - Ca \cdot d \cdot w \quad 6-3$$

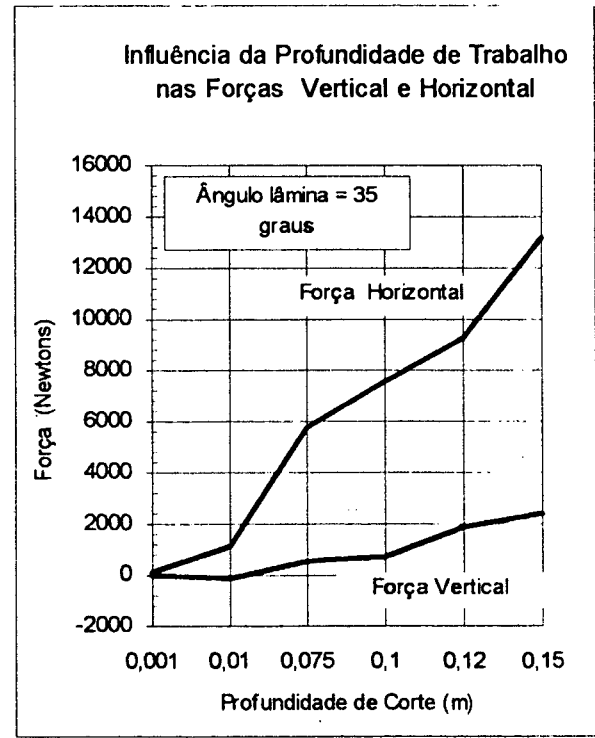
Utilizando estas equações, e variando os valores de δ e d , obtiveram-se as curvas mostradas na Fig 6-14. Considerando-se uma profundidade de corte de 15 cm, conclui-se, do primeiro gráfico (6-14.a), que a menor força horizontal resultante ocorre para valores de inclinação da lâmina na faixa de 23 a 28 graus, enquanto que, do segundo gráfico (6-14.b) obtém-se que, quanto maior a profundidade de trabalho, maior a força horizontal H , e, conseqüentemente, o dispêndio de energia no corte.

Além dessas considerações, procurou-se identificar os outros fatores que influenciam no desempenho da ferramenta. A seguir, é apresentado um resumo desse estudo.

-1. Quanto maior a profundidade de corte, menor a quebra do solo para um mesmo ângulo de inclinação da ferramenta [30]. Isso ocorre devido à maior área de resistência ao cisalhamento. Desta consideração, conclui-se que o ideal seria realizar a operação de corte a uma profundidade mínima, bem próxima à base dos bulbos (disco da raiz). Essa conclusão é ainda suportada pelo gráfico da Fig. 6-14.a.



a)



b)

Fig. 6-14: Variação de "V" e "R" em relação às variáveis "d" e "δ"

- 2. Chase [33] estudou o efeito dos ângulos de inclinação e observou que o ângulo de 16° é eficiente para cortar o solo deixando-o "plano" após o corte.
- 3. Existe influência da umidade do solo no sentido de dificultar a "quebra" do mesmo [30]. Isso quer dizer que as condições finais do solo dependem, não apenas da geometria, mas, também, da condição de operação da ferramenta. Dessa consideração, surgem duas alternativas: projetar a lâmina com ângulo de corte um pouco maior que o necessário, de modo a assegurar a "quebra" mesmo com o solo molhado, ou projetar a lâmina ajustável, podendo, aqui, ser usada nas diversas situações que se fizerem presentes.
- 4. Segundo McCreery, em [30], ângulos de 35° ou mais, podem promover acréscimos na taxa de "quebra" do solo de pelo menos 30% em relação a inclinações da ordem de 20° .

-5. Koolen e Kuipers [34] observaram que o aumento da velocidade diminui o efeito de "quebra" do solo, para um mesmo formato de ferramenta.

-6. Chase [33] destaca a importância da posição da aresta de corte. Em seus trabalhos, ele conclui que a colocação da aresta de corte no lado superior da lâmina reduz a força de arraste (componente horizontal), reduzindo também a necessidade de afiação da ferramenta.

Ao final desse estudo, conseguiu-se restringir a faixa de valores de δ , ficando agora entre 30 e 45 graus. A inclinação da borda de corte foi fixada em 20 graus, com a aresta na parte superior. Quanto à largura da lâmina, tomou-se o valor de 10 cm, enquanto que o comprimento foi fixado em 1,2 m. O problema maior foi definir qual o melhor ângulo δ , considerando-se o requisito de que as plantas, após o solo ter sido cisalhado, não deveriam tombar. Na falta de dados teóricos a esse respeito, decidiu-se permitir a variação desse ângulo nos testes de campo, de modo a obter, experimentalmente, o seu valor ótimo.

6.5 - Conjunto estrutural

Por conjunto estrutural entende-se a estrutura de suporte, tanto do conjunto de arrancamento e transporte, quanto da lâmina e rodas de suporte (Fig. 6-15 e 7-11). O principal fator em consideração para a determinação dos elementos constituintes, bem como o arranjo da estrutura, foi a EPP nº 13, que sugere que o peso do implemento deveria ser o menor possível. Foram levadas em consideração as normas para a posição dos três pontos em tratores da categoria II e, ainda, as dimensões anteriormente especificadas para o conjunto de arrancamento e transporte.

Para a estrutura em questão, algumas considerações foram tomadas quanto às solicitações a que estava sujeita. Inicialmente, estudos foram realizados tentando-se identificar a natureza, intensidade e direção das possíveis forças a que a máquina estaria sujeita. Desse levantamento, pode-se concluir que as principais cargas atuando sobre a máquina provinham da força de reação do solo sobre a lâmina e do peso próprio da máquina.

Na sequência, foram propostas diversas configurações espaciais para a estrutura em questão. Para a escolha da melhor opção, foram considerados vários fatores; além dos acima citados tem-se:

- facilidade de fabricação e montagem;
- facilidade de obtenção de material;
- padronização de partes e
- fatores de caráter estético.

Após várias modificações, chegou-se à configuração mostrada na Fig. 6-15³, onde não são mostrados os apoios da lâmina e das rodas. Observe-se que esta solução considera que toda a força de reação do solo **P**, bem como o peso próprio da máquina são transferidos diretamente para a estrutura principal (**R1** e **R2**), através de barras estruturais que ligam a lâmina às duas barras transversais (1) e (2) da estrutura. Nesse sentido, foram consideradas, quando da definição da configuração espacial da estrutura, possíveis solicitações **P** descentralizadas (3) atuando sobre a lâmina, o que poderia ocasionar momentos torçores nos três planos, conforme mostrado na Fig. 6-16.

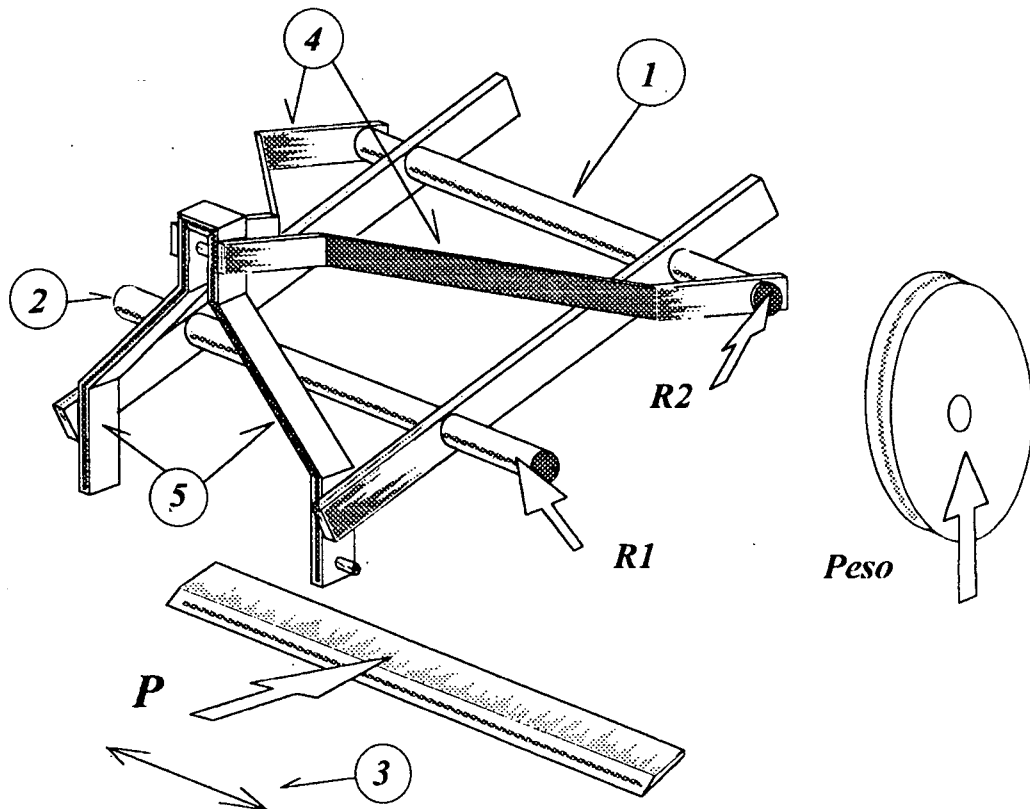


Fig. 6-15: Conjunto estrutural

³ Devido a problemas de rigidez, essa configuração sofreu uma pequena modificação, a qual pode ser observada na seção 8.4.

Barras diagonais (4) foram dispostas conforme mostrado, visando-se restringir deformações pelo efeito de torção, no plano XZ (Fig. 6-16.a). São essas mesmas barras que fornecem restrição para deformações ao longo do eixo X, plano XY (Fig. 6-16.b). Quanto às deformações em Z, plano ZY (Fig. 6-16.c), tem-se o elemento triangular (5), que também é o suporte dos pinos de ligação aos três pontos do trator.

No apêndice 2 são apresentados os resultados de um estudo, utilizando-se o programa ANSYS 40, por meio do qual foi feita uma análise de tensões e deformações na estrutura. Como referência para trabalhos posteriores, esse apêndice inclui, ainda, o arquivo de entrada de dados para geração da malha utilizada.

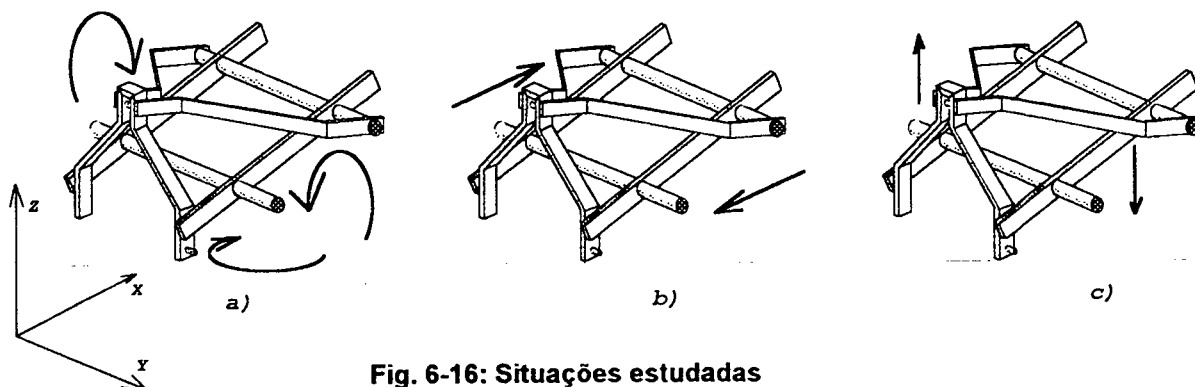


Fig. 6-16: Situações estudadas

6.6 - Interação trator-implemento

O estudo do interrelacionamento trator-implemento, descrito nesse item, objetivou, basicamente, a otimização do equilíbrio de forças entre o implemento e o trator, visando ótima eficiência operacional com o mínimo desperdício de energia.

A operação com engate livre nos três-pontos, usando-se roda de profundidade, foi escolhida basicamente por oferecer uma melhor uniformidade na profundidade de trabalho, necessidade expressa pela EPP nº 6. Para este caso, a profundidade de trabalho da ferramenta de corte é totalmente controlável pelo ajuste da roda de profundidade.

No trabalho com engate livre (Fig. 6-17), a convergência dos braços de acoplamento no plano vertical determina um ponto de engate virtual (Fv). Sua localização pode ser ajustada alterando-se a

geometria da posição dos braços. Quando o implemento é baixado ou levantado, a posição de F_v é automaticamente alterada, alterando-se, por consequência, a reação sobre o conjunto.

Para este caso, a linha de ação da força resultante do implemento sobre o trator, F_g , irá sempre passar por F_v . Por outro lado, todas as forças verticais são consideradas atuando na roda de profundidade, F_r . Assim sendo, alterando-se a geometria dos braços, ocorrerá uma mudança na posição de F_v , o que ocasionará, inicialmente, um pequeno desequilíbrio, até que F_g se ajuste. Considerando, agora, que a força F_g nada mais é que a soma vetorial de F_c e F_r , e que F_c é um valor constante para um determinado peso W e reação solo-ferramenta F_l , essa modificação em F_g ocasionará uma alteração do valor de F_r , conforme pode ser observado pela Fig. 6-17.

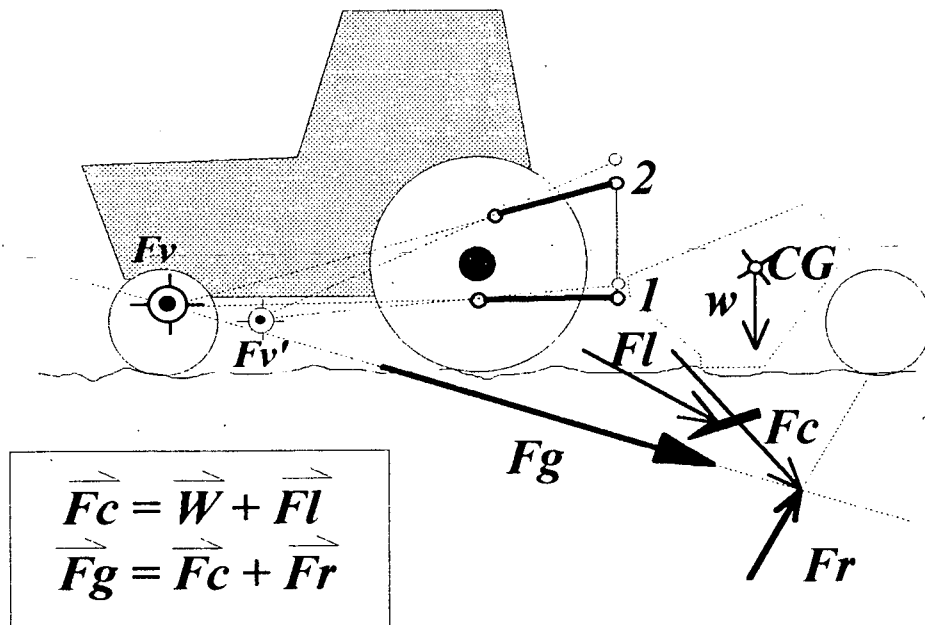
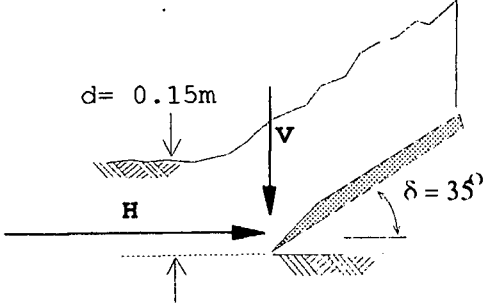


Fig. 6-17: Forças que atuam no engate de três pontos operando livre, com rodas de profundidade.

Assim, conclui-se que a posição dos braços do acoplamento (detalhes 1 e 2 na Fig.6-17) tem influência fundamental no equilíbrio entre o implemento e o trator. Estudos foram então conduzidos tentando-se otimizar este posicionamento.

Utilizando o método gráfico conforme descrito e, com o auxílio do programa AUTOCAD 10, testaram-se várias alturas para o engate superior, enquanto que o braço inferior era mantido na horizontal. Considerando um peso do implemento de, aproximadamente 400 kg, fixou-se um valor para F_r , força na roda, de 300 kg, com o que se teria uma transferência de peso do implemento para as

rodas traseiras do trator de 100 kg. As dimensões tomadas como base para os estudos foram obtidas a partir de um trator MAXION MF 275. As forças atuantes no sistema estão abaixo resumidas.

<p><i>Lâmina Operando à profundidade normal de trabalho</i></p> <p>$\delta = 35 \text{ graus}$</p> <p>$d = 0,15 \text{ m}$</p>	<p>$H = 13155 \text{ N}$</p> <p>$V = 2407,9 \text{ N}$</p>	
--	--	--

Com o valor de F_r fixo em 3000 N, obtém-se, por soma vetorial, o módulo e direção do vetor F_g (módulo igual a 14876N). Tomando-se a direção de F_g e considerando-se as barras superiores do engate posicionadas na horizontal, obtém-se, automaticamente, a localização de F_v . Ligando-se F_v à barra de engate superior dos três pontos, a posição do engate superior fica, então, determinada, conforme se propunha. A Fig. 6-18 mostra os valores obtidos para os pontos de engate.

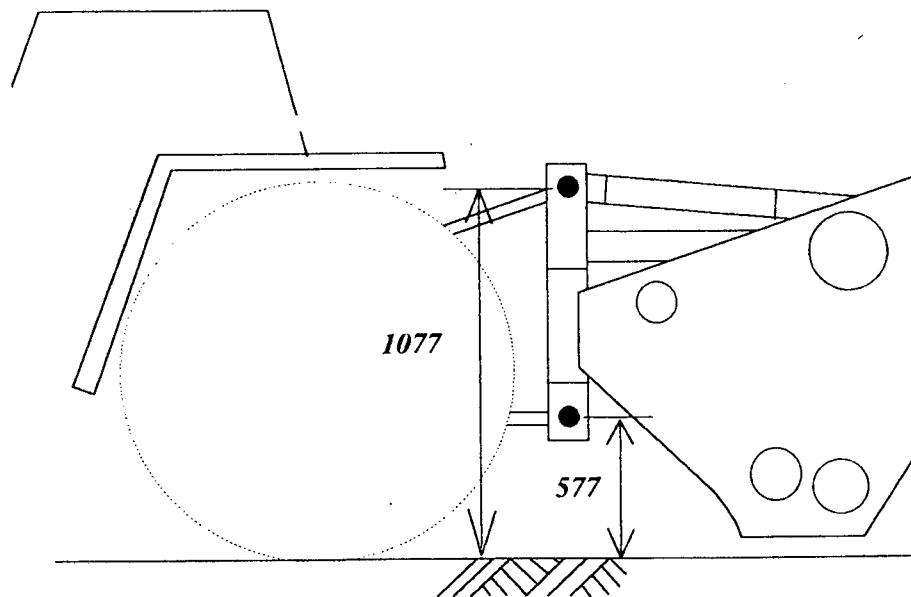


Fig. 6.18: Dimensões ótimas para os três pontos do implemento

6.7 - Conjunto de rodados

Conforme discutido no capítulo anterior, duas eram as funções básicas do conjunto de rodados, quais sejam:

- manter o nivelamento do implemento em relação ao canteiro e
- manter a profundidade de trabalho constante em relação à base dos bulbos.

Dois fatores guiaram a determinação dos componentes, bem como o dimensionamento desse conjunto. Foram eles (1) as considerações à respeito da desuniformidade de compactação do solo ao longo dos canteiros e (2) a possibilidade de ocorrência de chuva no período da colheita.

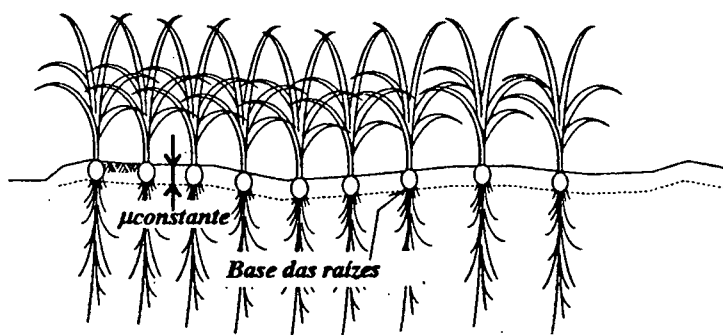


Fig. 6-17: Detalhe da constância da profundidade da base das raízes

Com relação ao problema da desuniformidade de compactação do solo, sabe-se que o alho permanece no canteiro, até que complete o ciclo de maturação, por aproximadamente 5 meses, o que é tempo suficiente para que o solo tome-se levemente compactado. Porém, nota-se que essa compactação apresenta-se irregularmente distribuída dentro de uma mesma propriedade e, até mesmo, ao longo de um mesmo canteiro. Por outro lado, sabe-se, também, que as bases das raízes das plantas apresentam-se distribuídas, ao longo do canteiro, a uma profundidade μ constante, como mostrado na Fig.6-17. Com relação à altura relativa do canteiro, sabe-se que esta varia de acordo com o grau de compactação do canteiro.

A partir da discussão acima, concluiu-se que o equipamento deveria prever a possibilidade de ajustagem da profundidade de trabalho da lâmina, como na Fig. 6-18, de forma a adequar a operação para cada situação. Assim sendo, foram previstos 2 pontos de ajustagem para o conjunto, reguláveis por meio do ponto A, que davam, como consequência, as 3 profundidades de trabalho, 1 e 2.

para cada situação. Assim sendo, foram previstos 2 pontos de ajustagem para o conjunto, reguláveis por meio do ponto A, que davam, como consequência, as 2 profundidades de trabalho, 1 e 2.

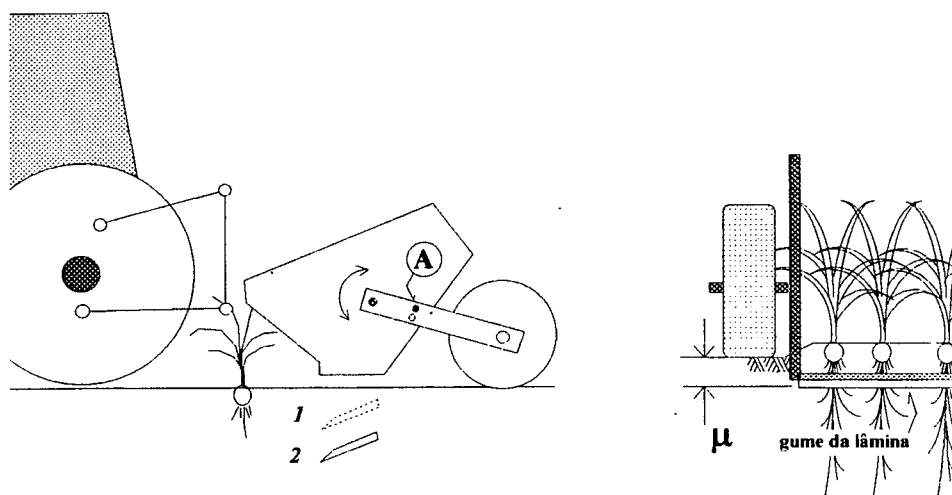


Fig. 6-18: Variação de Profundidade no Conjunto de Rodadeos

Com relação às rodas, optou-se pela seleção de rodízios comercialmente disponíveis. Para o caso, foram selecionados rodízios de aço, $\phi = 400\text{mm}$ e largura (L) = 84mm. Com isso, considera-se que não haveria problemas em relação a afundamento das rodas quando operando em solo úmido.

Capítulo VII

PROJETO DETALHADO

7.1 - Introdução

No presente capítulo, são apresentadas as diretrizes, bem como os resultados obtidos no processo de detalhamento da concepção descrita nos dois capítulos anteriores.

A Fig. 7-1 apresenta, resumidamente, as etapas desse processo de detalhamento. Inicialmente, cada conjunto é desmembrado e seus diversos elementos, partes e blocos são concebidos. A seguir, é feita a seleção dos materiais utilizados nos diversos elementos, partes, blocos e conjuntos, visando-se a viabilização da montagem. Em todas essas três etapas, o processo de tomada de decisão foi feito à luz dos requisitos estabelecidos na EPP (capítulo 3).

No próximo passo, é feito a checagem do dimensionamento dos diversos elementos. Para esse processo, foram utilizados os modelos matemáticos usuais, constantes na *mecânica dos sólidos* tradicional. Em alguns casos específicos, como no dimensionamento do eixo longitudinal, foram utilizados modelos mais sofisticados.

O desenhos de montagem, da máquina e dos conjuntos, são apresentados no apêndice 3, enquanto que o detalhamento dos elementos constituintes estão reunidos no apêndice 5.

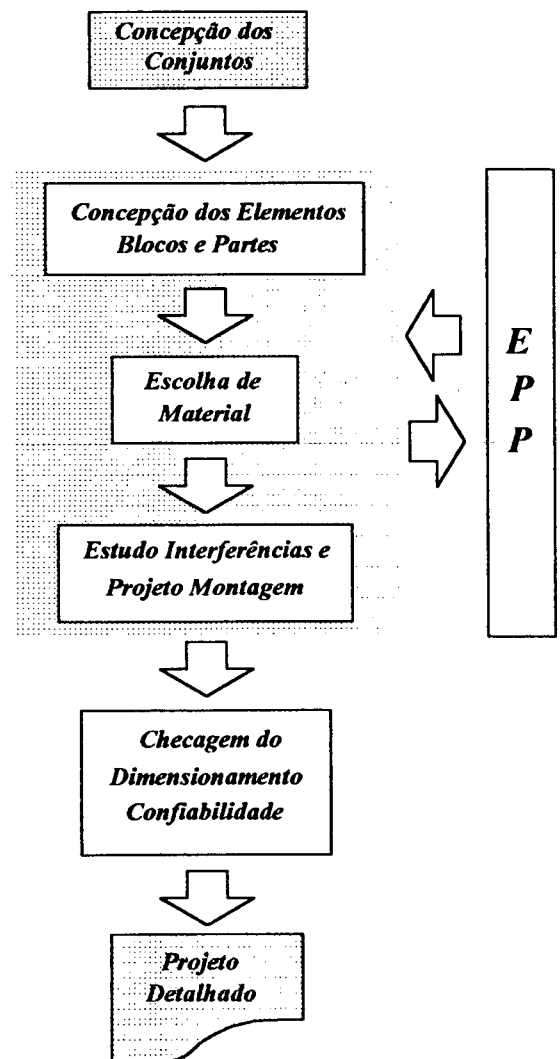
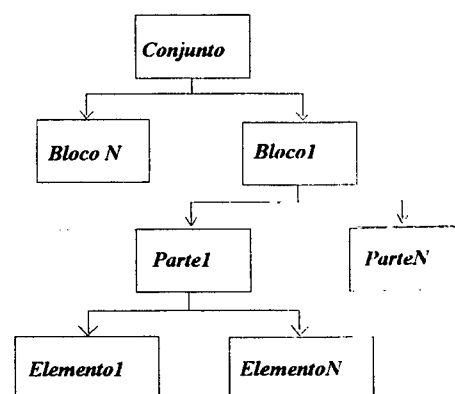
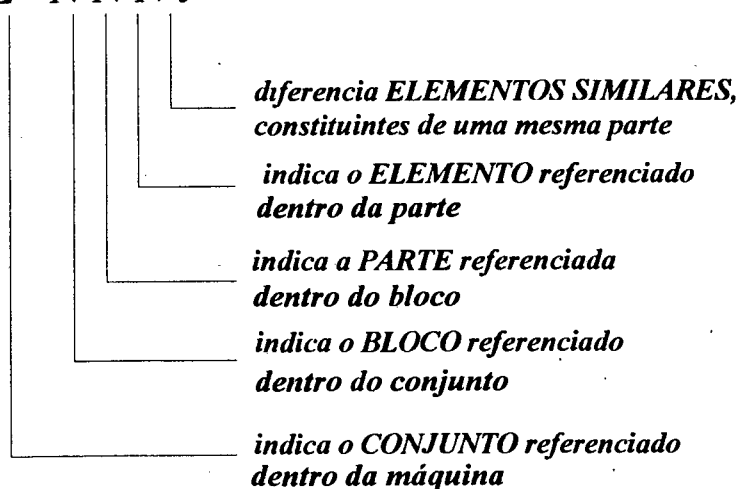


Fig. 7-1: Processo de detalhamento

7.2 - Codificação de desenhos

Visando-se facilitar o trabalho de referenciamento, bem como o próprio entendimento do conjunto de desenhos constitutivos, foi criado um sistema de codificação para a concepção desenvolvida. Por esse sistema, os desenhos são classificados segundo um código alfanumérico composto basicamente de uma letra, três números e, ainda, um código de referência. Esse código é descrito abaixo, com o respectivo significado de cada elemento:

L - N N N I



Os conjuntos tomados como base para a codificação (apêndice 4) são abaixo especificados:

- R - conjunto de rodados;
- T - conjunto de transmissão;
- A - conjunto de arrancamento e transporte;
- L - conjunto da lâmina, e
- E - conjunto da estrutura.

Na primeira parte do apêndice 3 estão listados todos os conjuntos, blocos, partes e elementos constituintes desse protótipo.

Nas seções a seguir, é apresentada uma breve descrição das partes e blocos constituintes de cada conjunto. Visando-se facilitar a compreensão, são apresentados desenhos esquemáticos, sem escala, dos conjuntos e blocos.

7.3 - Conjunto de arrancamento e transporte / A

O conjunto de arrancamento e transporte (Fig. 7-2) é constituído por 6 (seis) blocos, conforme descritos a seguir. Para melhor entendimento, sugere-se que a seção 6.2 seja revisada, antes de dar-se prosseguimento no presente capítulo.

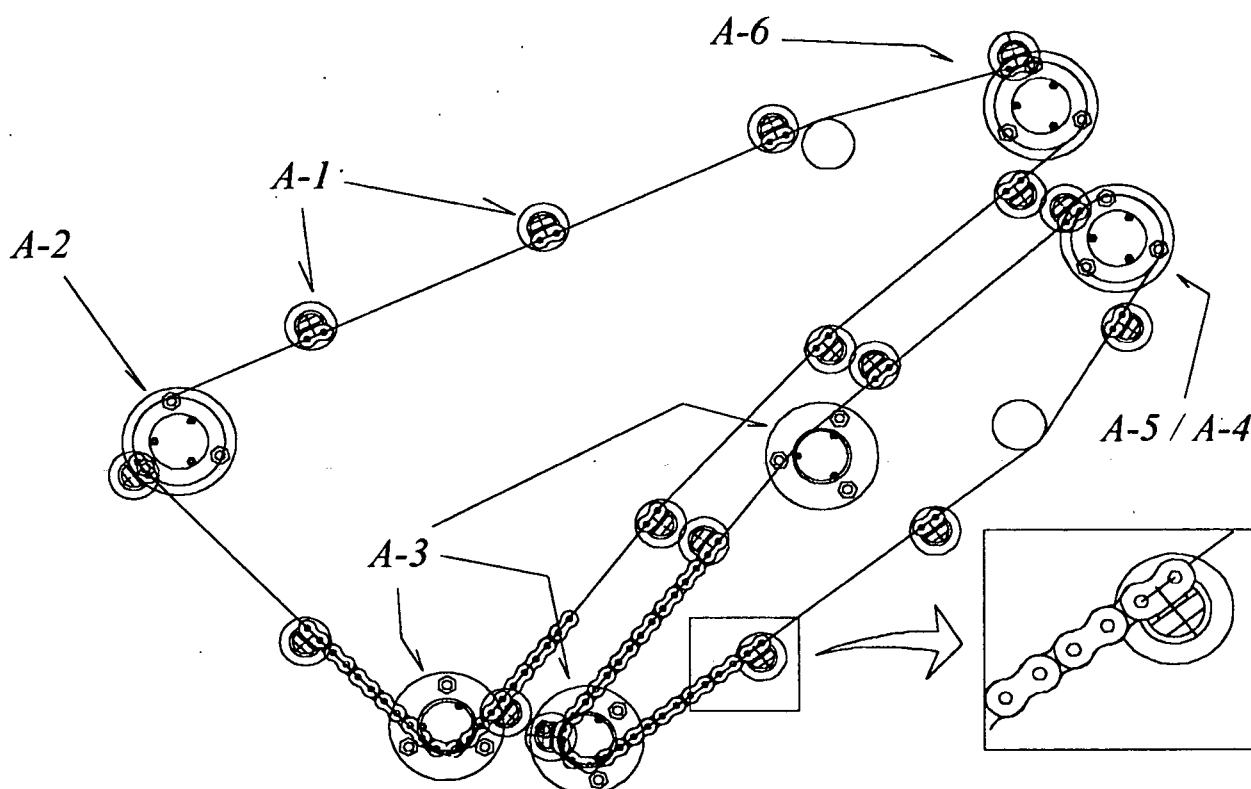


Fig. 7-2: Conjunto de arrancamento e transporte / A

7.3.1 - Rolos e correntes / A-1

O bloco *rolos e correntes* (Fig. 7-3) é formado por dois pares de *correntes* (série ANCO / A-60, passo 19,05mm, com elos especiais do tipo k-1 (1). Ao longo da *corrente*, são dispostas *peças de fixação* (2) cuja função é fornecer fixação para os *rolos*. Já os *rolos* são compostos por um *tubo* (tubo para alta pressão, $\Phi_e=25,4\text{mm}$, espessura de parede $t=3,25\text{mm}$)(3) e uma *cobertura do tubo* (4), composta por um elemento de borracha (seção 10x12mm) colado, enrolado ao longo do *tubo* (veja, também, ítem 6.1.3-a).

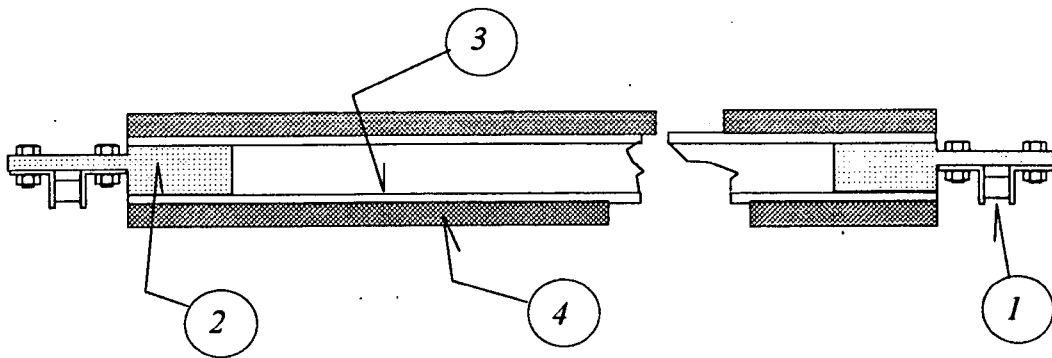


Fig. 7-3: Rolos e Correntes / A1

7.3.2 - Mancal com tampa e roda dentada de 16 dentes / A-2

Esse bloco, descrito pelo desenho esquemático da Fig.7-4, é composto por uma *roda dentada - 16 dentes* (1), fixada a um *eixo* ($\Phi=20\text{mm}$) (2), suportado por *rolamentos* (SKF 6004-2Z) (3), internos a uma *caixa de mancais* (4), a qual é soldada a um *flange* (5). Há, ainda, uma *tampa* (6), fixada à *caixa de mancais* por meio de *parafusos* (7). Todo esse bloco é fixo às *placas laterais* (8) por *parafusos* (9).

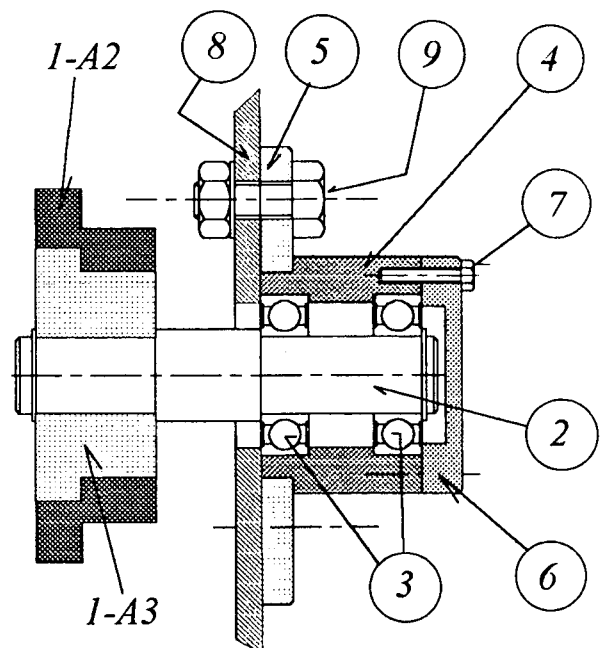


Fig. 7-4: Mancal com tampa e roda dentada 16 dentes- A-2

7.3.3 - Mancal com tampa e roda dentada de 9 dentes / A-3

Os elementos desse bloco (Fig. 7-4) são descritos de forma idêntica àqueles constantes no item anterior, com a exceção das *roda dentada*, que no presente bloco possui 9 dentes.

7.3.4 - Mancal sem tampa, lado esquerdo / A-4

Para esse bloco (Fig. 7-5), tem-se uma *roda dentada - 16 dentes* (1), fixada a um *eixo* ($\Phi=20\text{mm}$)(2). O *eixo* é suportado por *rolamentos* (SKF 6004-2Z) (3), internos a uma *caixa de mancais* (4), a qual é soldada a um *flange* (5). Na outra extremidade do eixo, tem-se uma *engrenagem* (dentes

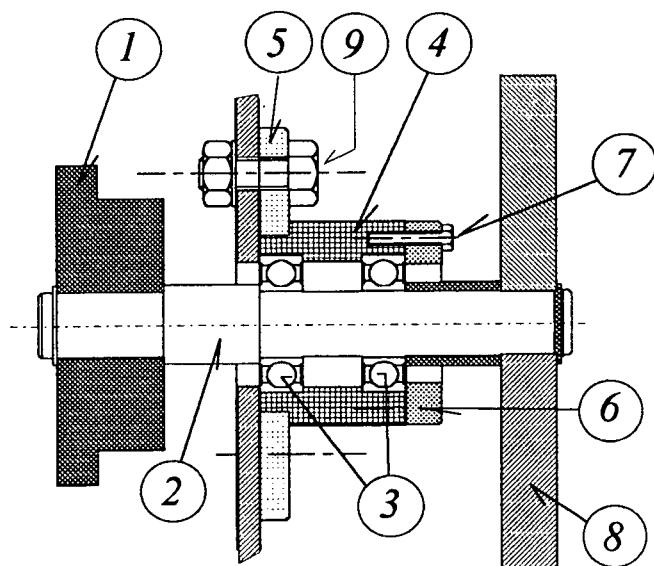


Fig. 7-5: Mancal sem tampa, lado esquerdo / A-4

retos, $Z=58$, módulo 3mm) (8). Todos esses elementos são fixados às *placas laterais* por *parafusos* (9). Há, ainda, uma *tampa* (6) fixada à *caixa de mancais* (4) por *parafusos* (7).

7.3.5 - Mancal sem tampa, lado direito / A-5

A única diferença desse bloco, *mancal sem tampa - lado direito*, para aquele anteriormente descrito está no comprimento do *eixo* (2) e do *espaçador*.

7.3.6 - Eixo de transferência / A-6

A função do *eixo de transferência* (Fig. 7.6) (1), eixo 15 na Fig. 6-12, é transferir a potência, que entra na *roda dentada* ($Z=21$, passo=12,7mm) (2), para as *engrenagens* (dentes retos, $Z=58$, e módulo 3mm) (3), as quais irão transferir a potência ao conjunto de rolos inferior e, ainda, às *rodas dentadas* ($Z=16$, passo=19,05mm) (4), as quais transmitem a potência ao conjunto de rolos superior. O *eixo* é apoiado em rolamentos (SKF 6004-2Z) (5), internos às *caixas dos mancais* (6). Tem-se, ainda, as *tampas* (7), com seus *parafusos* (8). Os dois mancais de suporte são fixados às *placas laterais* por *parafusos* (9).

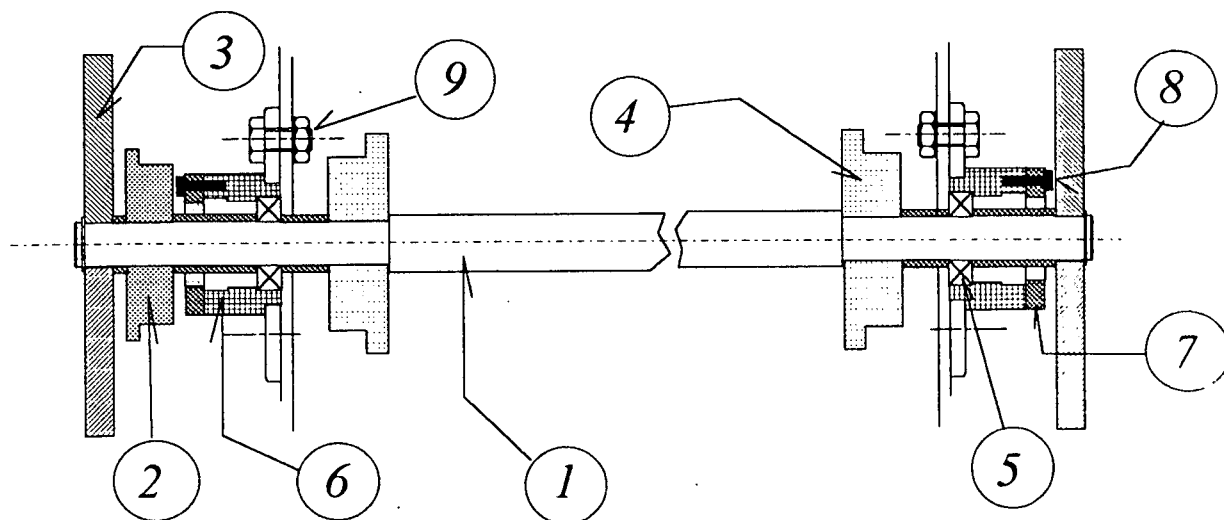


Fig. 7-6: Eixo de transferência / A-6

7.4 - Conjunto da lâmina / L

O conjunto da lâmina (Fig. 7-7) é formado, basicamente, pela lâmina (1), montada parafusada sobre uma cantoneira (2), a qual é soldada ao suporte (3). O suporte é ligado à estrutura da máquina por parafusos (4), que fornecem, além da ligação estrutural, a possibilidade de ajustamento da lâmina, tanto quanto à inclinação (3 posições, 1, 2 e 3), quanto à posição do "gume" da lâmina em relação ao "ponto de pega" (2 posições).

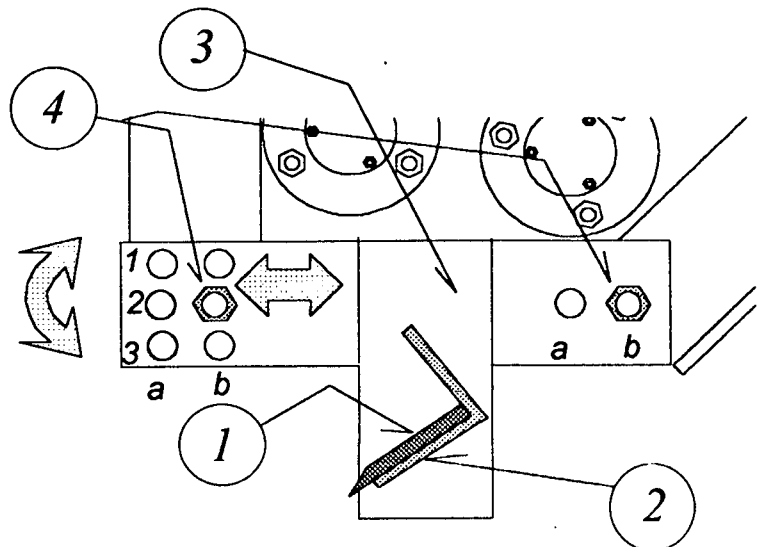


Fig. 7-7: Conjunto da Lâmina

7.5 - Conjunto de Rodados / R

O conjunto de rodados (Fig. 7.8) é formado, basicamente, por um braço de suporte (3), com função de transferir os esforços atuantes na roda para a estrutura (8), um eixo da roda (1), e a roda (2).

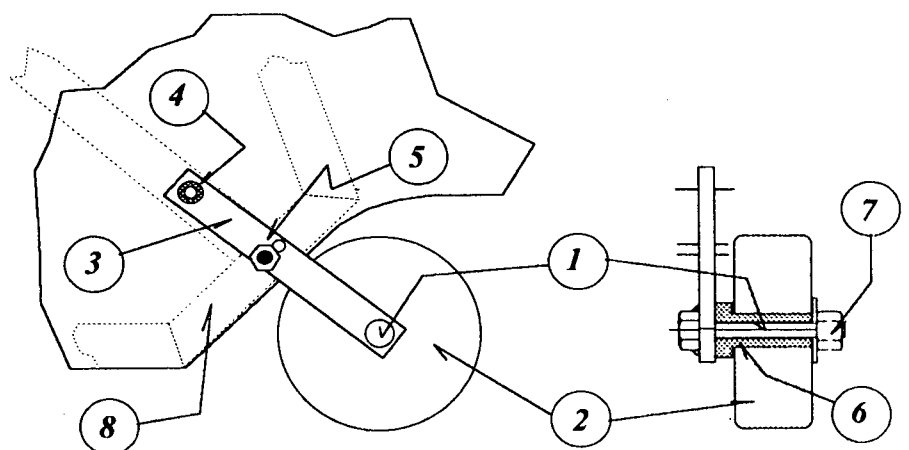


Fig. 7-8: Conjunto de rodados

Tem-se ainda o parafuso de

fixação da roda (7) e a bucha da roda (construída em aço 1020)(6). Todo o conjunto é conectado à estrutura por meio de um pino (4) e um parafuso de regulagem da profundidade (5).

7.6 - Conjunto de transmissão / T

O conjunto de transmissão (Fig. 6.12) é constituído por três blocos principais, discutidos a seguir.

7.6.1 - Eixo longitudinal / T-1

Esse bloco, mostrado na Fig. 7-9, é constituído de um *eixo longitudinal* (1)(eixo 3 na Fig. 6-12), na ponta do qual são feitas ranhuras, as quais servirão de encaixe para a cabeça do eixo "Cardan"(eixo 2, Fig. 6-12), que transmite a potência necessária ao acionamento dos diversos conjuntos do implemento. Na outra extremidade desse *eixo*, tem-se uma cônica (pinhão), que irá transmitir a potência

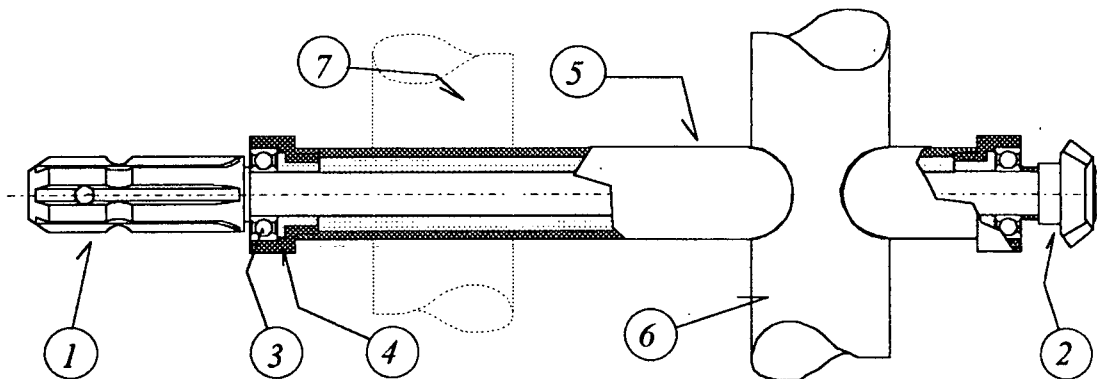


Fig. 7-9: Eixo Longitudinal / T-1

ao *eixo transversal*. O *eixo longitudinal* é suportado por *rolamentos* (SKF 6004-2Z) (3), fixados às *caixas dos mancais* (4), as quais são soldadas ao *tubo de proteção* (5). Todo o bloco é ancorado (soldado) através desse *tubo de proteção*, que é passante a dois *tubos transversais* (6) e (7).

7.6.2 - Eixo transversal / T-2

Conforme mostrado na Fig. 7-10, esse bloco é composto de um *eixo transversal* (1)(eixo 6 na Fig. 6-12), na extremidade direita do qual tem-se a *cônica (coroa)* (2), onde entra a potência. Na extremidade oposta, tem-se uma *roda dentada* ($Z=17$, passo=12,7mm) (3), de onde a potência será transmitida aos conjuntos seguintes. O *eixo transversal* é suportado por *rolamentos* (4), os quais estão fixos às *caixas dos mancais* (5). Nas *caixas dos mancais* tem-se flanges que serão soldados aos *elementos estruturais* (6) e (7), fornecendo o ancoramento do bloco. As *caixas dos mancais* são, ainda, soldadas a um *tubo protetor* (8).

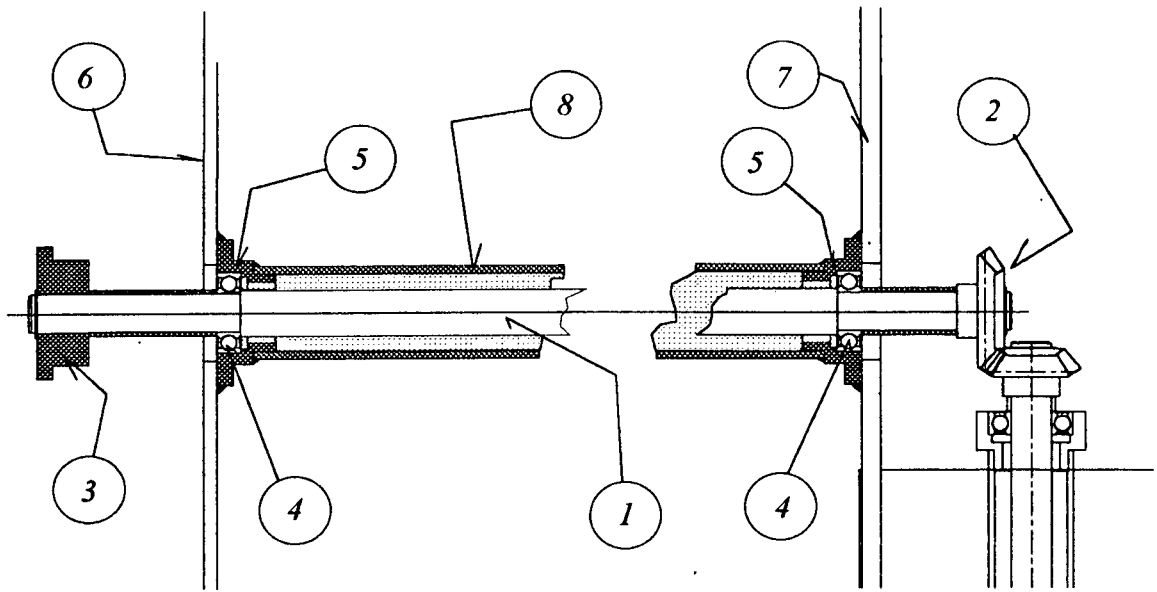


Fig. 7-10: Eixo Transversal / T-2

7.7 - Conjunto da estrutura / E

Um desenho esquemático do *conjunto da estrutura - E*, é mostrado na Fig. 7-11. O desenho, em escala e com detalhes, é apresentado no apêndice 3. Pode-se dizer que esse conjunto é composto de três blocos, os quais são descritos, de modo breve, nos itens a seguir.

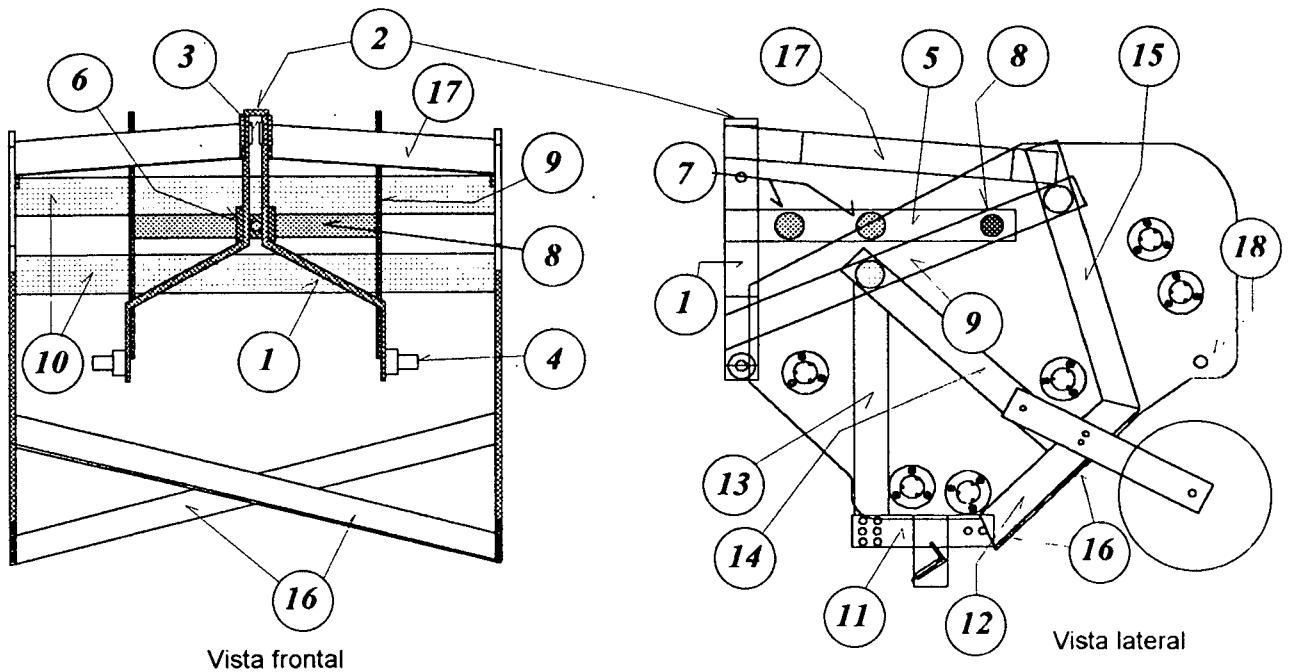


Fig. 7-11: Conjunto da estrutura / E

7.7.1 - Estrutura superior / E-1

Para esse bloco tem-se:

- um engate dos três pontos (parte E-11, no anexo 4), formado pelas *barras dobradas para engate* (1), *barra de ligação* (2), que liga, por solda, as duas barras anteriormente descritas, "*bolachas*" de fixação (3), e os *pinos de fixação inferior* (4).
- *apoios do eixo longitudinal* (E-12, no anexo 4), formado por uma *barra longitudinal direita* (5), uma *barra longitudinal esquerda* (6), dois *tubos de apoio ao eixo* (7) e *tubo de apoio na estrutura* (8).
- *estrutura de rigidez superior* (E-13, no anexo 4), constituída por *barras longitudinais diagonais* (9) e *tubos transversais* (10).

7.7.2 - Estrutura lateral / E-2

O bloco identificado por *estrutura lateral / E-2*, é formado por duas partes simétricas, direita e esquerda. Aqui, tem-se uma barra de *fixação da lâmina* (11), uma *barra diagonal traseira* (12), uma *barra vertical* (13), uma *barra diagonal ligada ao tubo transversal* (14) e, ainda, uma *barra ligada ao tubo transversal traseiro* (5).

7.7.3 - Rigidez entre placas / E-3

Visando o fornecimento de rigidez entre as *placas laterais*, foram projetadas *duas barras dobradas* (17), um *tubo transversal* (18) e duas *barras de composição do X*, as quais ligam as duas partes simétricas da *estrutura lateral* (E-2).

Capítulo VIII

AValiação DO PROJETO E CONCLUSÕES

8.1 - Introdução

Os capítulos 5, 6 e 7, apresentados neste trabalho, culminaram com a apresentação do projeto detalhado do segundo protótipo de uma colhedora de alho. Na primeira parte deste capítulo, esse projeto é avaliado e sugestões de melhorias são propostas, em relação aos objetivos estabelecidos na especificação de projeto do produto, EPP (capítulo 3).

Considerando-se, agora, que o enfoque do presente trabalho de dissertação não é apenas "o que fazer", quer dizer, a máquina, mas também "como fazer", ou seja, a metodologia, o presente capítulo apresenta, também, uma breve discussão a respeito da metodologia de projeto utilizada nas várias fases de projeto dos dois protótipos desenvolvidos.

O capítulo se encerra com uma conclusão geral a respeito de todo o trabalho realizado.

8.2 - Análise: Projeto preliminar x EPP

No presente item, os resultados obtidos no projeto detalhado do segundo protótipo são avaliados em relação aos objetivos estabelecidos na EPP. Devido ao fato do protótipo não ter sido, até o momento, construído, esta análise se restringe apenas àqueles requisitos possíveis de serem avaliados a nível de projeto detalhado.

8.2- Custo de aquisição

Objetivo previsto: *Preço ao consumidor menor que US\$ 3.000.*

Sensor: *Custo de materiais*

O apêndice 4 apresenta a lista de materiais necessários à execução do projeto dessa segunda concepção. Esta lista apresenta, ainda, uma cotação de preços, efetuada no período de 2 a 4 de dezembro de 1993, na região da Grande Florianópolis, SC. Ao final, obteve-se um custo de aproximadamente US\$ 1.604. Sabe-se, porém, que para efeito de cálculo do custo total do protótipo, devem ser considerados, entre outros, os custos relacionados, tanto ao processo de fabricação e montagem, como os custos administrativos, ambos absolutamente singulares para uma determinada empresa. Vale lembrar, que alguns sistemas extras deverão ainda ser desenvolvidos, conforme ficou estabelecido no capítulo 1, de modo a completar o produto.

8.2.2 - Sistemas simples

Objetivo previsto: *Uso somente de elementos e mecanismos usuais.*

Sensor: *Inspeção do projeto.*

Considera-se que o processo de avaliação a respeito do grau de simplicidade de um determinado mecanismo, seja ele qual for, é algo de natureza extremamente subjetiva. Apesar disso, uma verificação no projeto conduz à conclusão de que o mesmo não apresenta peças que não possam ser confeccionadas, nem conjuntos que não possam ser montados, em uma oficina mecânica que possua infraestrutura básica (tomo, frezadora, solda MIG-MAG, etc). Assim, pode-se dizer que o objetivo proposto foi atingido.

8.2.3 - Velocidade de operação

Objetivo previsto: *Velocidade de operação = 3 km/h.*

Sensor: *Medição (cronômetro / trena).*

Todo o processo de projeto do sistema de acionamento foi realizado considerando-se a velocidade de 3 km/h para a máquina, conforme estabelecido como objetivo. Por outro lado, a avaliação final desse item deverá ser feita em campo, utilizando-se o sensor acima indicado.

8.2.4 - Alinhamento com o canteiro

Objetivo previsto: *O implemento deve estar totalmente alinhado como o canteiro, de forma a garantir a colheita de todos os bulbos.*

Sensor: *a) Inspeção visual e b) % de bulbos recolhidos*

O desenvolvimento de um princípio de arrancamento que executa a colheita por um processo de varredura, conforme descrito no capítulo 5, facilitou consideravelmente a satisfação desse requisito. Considerando, portanto, que a colheita será feita por "varredura" e que o implemento será acoplado ao trator de modo rígido, o alinhamento do implemento com o canteiro passa a ser uma atribuição somente do tratorista.

Apesar dessas considerações, a validação desse item só poderá ser feita nos testes de campo.

8.2.5 - Advertências escritas

Objetivo previsto: *Plaquetas com advertências de segurança e de operação em todos os pontos necessários.*

Sensor: *Inspeção visual.*

Após a construção do protótipo, serão avaliados os pontos onde a colocação de advertências e instruções se fizer necessária.

8.2.6 - Controle de profundidade

Objetivo previsto: *máquina deverá acompanhar os desníveis do canteiro, mantendo-se em um mesmo nível em relação às bases dos bulbos.*

Sensor: *Contagem do número de bulbos danificados na base.*

O uso de rodas rígidas, atuando nas bordas do canteiro, garante um razoável controle de profundidade, conforme proposto. A validade dessa afirmação deverá ser confirmada pelos testes em campo do protótipo.

8.2.7 - Confiabilidade

Objetivos previstos: *Não apresentar falhas operando durante 3 dias, 8 horas por dia.*

Sensor: *(a) Quantidade de falhas apresentadas pelos mecanismos e (b) contagem do número total de bulbos colhidos.*

Estudos de confiabilidade a partir do projeto de um produto são sempre de difícil execução, principalmente pela incerteza a respeito das cargas atuantes nos componentes. A afirmação acima é

especialmente verdadeira para o caso em questão, onde se tem inúmeras cargas de origem aleatória. Assim, sugere-se que os testes do protótipo sejam realizados com auxílio de instrumentação adequada à medição dos esforços atuantes nos conjuntos principais. Somente a partir dessa verificação, se justifica a realização da análise de confiabilidade.

8.2.8 - Proteção na interface bulbo/máquina

Objetivo previsto: *A máquina deveria ter um elemento protetor para a interface planta/máquina.*

Sensor: *Contagem da % de hastes e bulbos danificados*

A especificação de uma borracha (item 6.1.3-a), colada ao longo dos tubos do sistema de arrancamento e transporte, sugere que tal objetivo possa ser atingido.

8.2.9 - Cantos vivos

Objetivo previsto: *Inexistência de cantos vivos.*

Sensor: *Inspeção visual.*

O projeto foi analisado e não se observou a existência de cantos vivos. Sugere-se, porém, a verificação visual após a construção do protótipo.

8.2.10 - Vida útil

Objetivo previsto: *6 anos.*

Sensor: *Verificação do dimensionamento.*

Os elementos constituintes do protótipo foram dimensionados para uma vida de 6 anos, conforme o objetivo especificado. Observações indicam, porém, que o ponto crítico desse projeto, em relação à vida útil, é o conjunto de arrancamento e transporte, mais especificamente a borracha protetora dos rolos. Na completa inexistência de um modelo matemático que possa prever o desgaste desse elemento, propõe-se que a avaliação desse item fique para os testes em campo, quando poderá ser observada a taxa de desgaste dessas borrachas.

8.2.11 - Dispositivos de proteção

Objetivo previsto: *Todas as partes móveis protegidas.*

Sensor: *Inspeção visual.*

A adoção de placas como elementos de sustentação (seção 6.1.3-c), por si só garantiu a proteção do conjunto de levantamento e transporte, o qual considera-se como ponto crítico da solução, em relação à segurança. Para os demais elementos móveis, como no sistema de acionamento, serão projetadas carenagens de proteção após o protótipo ter sido montado. Pode-se então dizer que o objetivo foi atingido.

8.2.13 - Peças normalizadas

Objetivo previsto: *100% dos casos possíveis.*

Sensor: *Inspeção do projeto.*

Em todos os casos possíveis foram especificados elementos normalizados, com exceção dos mancais de suporte do conjunto de arrancamento e transporte, onde, apesar da possibilidade do uso de caixas de rolamentos comerciais, optou-se por caixas especialmente projetadas, decisão essa baseada em razões essencialmente econômicas.

8.2.14 - Peso

Objetivo previsto: *Peso máximo de 400 kg.*

Sensor: *verificação do projeto.*

Através de cálculos simples, foi possível determinar o peso do protótipo. No caso, chegou-se a um valor de aproximadamente 420kg. Apesar do valor previsto ter sido extrapolado em 5%, considera-se que o objetivo foi atingido.

8.2.15 - Materiais normalizados

Objetivo previsto: *Usar materiais comerciais em todos os casos possíveis.*

Sensor: *Inspeção do projeto.*

Todo o protótipo é constituído por materiais de uso comum. As únicas exceções são as borrachas protetoras dos rolos e o aço mola de que deverá ser construída a lâmina.

8.2.16 - Aspectos de desenho industrial

Objetivo previsto: *Harmonizar as linhas do implemento às linhas do trator.*

Sensor: *Inspeção visual do desenho da máquina.*

Considerações de desenho industrial receberam especial atenção durante a fase de projeto preliminar desse protótipo. De uma maneira geral, a solução apresentada mostra-se de boa aparência, e em harmonia com as linhas do trator.

8.2.17 - Densidade espacial

Objetivo previsto: *Máquina com aparência robusta.*

Sensor: *Cálculo da relação peso/volume da máquina.*

A máquina projetada apresenta-se bastante compacta, sugerindo, à primeira vista, que o objetivo foi atingido. Porém, tal avaliação deverá ser feita apenas após a máquina ter sido construída, testada e levada ao consumidor, já que se trata de uma característica bastante subjetiva, de difícil quantificação.

8.2.18 - Resistência à corrosão superficial

Objetivo previsto: *100% das partes protegidas por pintura.*

Sensor: *Inspeção visual.*

A máquina, após ter sido construída e testada, deverá ser totalmente pintada. O atendimento desse requisito só então será observado.

8.2.19 - Ruído

Objetivo previsto: *90 dB (máximo em operação)*

Sensor: *Medidor NPS*

Só pode ser verificado após a construção, durante os testes de campo.

8.2.20 - Pontos de suspensão

Objetivo previsto: *3 pontos (ganchos) de suspensão.*

Sensor: *Inspeção do projeto.*

A máquina projetada prevê, conforme discutido no item 7.7.1, dois pontos de suspensão, devidamente posicionados em relação ao centro de gravidade do implemento.

8.2.21 - Manutenibilidade

Objetivo previsto: *a) peças de manutenção facilmente removíveis com ferramentas usuais e b) peças de manutenção de fácil obtenção no comércio.*

Sensor: *Verificação do projeto.*

O projeto da montagem, descrito no capítulo anterior, parece indicar, à priori, que o objetivo foi atingido. Por questões óbvias, tal afirmação somente será validada após o protótipo ter sido construído e montado.

8.2.22 - Fabricação

Objetivo previsto: *a) peças possíveis de serem fabricadas em oficinas simples e b) utilizar materiais comerciais.*

Sensor: *Verificação do projeto e após fabricação.*

Com exceção do eixo primário, todas as demais peças são passíveis de serem confeccionadas em uma oficina com equipamentos e ferramentas comuns.

8.2.23 - Ergonomia

Objetivo previsto: *Fácil acoplamento do implemento ao elemento de potência e fácil operação.*

Sensor: *Observação nos testes de campo.*

O implemento projetado não prevê o uso de acoplamento rápido (engate rápido). Apesar disso, devido ao peso relativamente baixo (420 kg) e ainda ao fato de que a máquina deverá ser utilizada apenas uma vez por ano, acredita-se que o implemento possa ser manobrado por três homens, quando do acoplamento ao trator.

8.3 - Sugestões de modificações

A análise crítica apresentada na seção anterior permitiu que fossem feitas algumas observações e sugestões com o objetivo de melhorar a qualidade do projeto, isto é, aumentar o grau de atendimento aos requisitos apresentados na EPP.

- Um dos pontos que devem ser repensados diz respeito ao sistema de limpeza desenvolvido para o presente protótipo (veja item 5.4.1). Apesar de não ter sido testado, é quase evidente que o mesmo não deverá funcionar adequadamente. Uma solução alternativa para esse sistema poderia ser o uso de batedores de borracha montados em hélice (descrição completa no item 4.4.4).

- Pelo apêndice 4, observa-se que um dos maiores responsáveis pelo alto custo de execução do projeto são as "tiras de borracha" (item 41), utilizadas na cobertura dos tubos do sistema de elevação e transporte. Por outro lado, observa-se que, mesmo sem terem sido testadas, as mesmas apresentam-se excessivamente frágeis, considerando-se o objetivo de vida útil de 6 anos. Sugere-se, portanto, que seja analisada a possibilidade de uso de materiais alternativos para esse elemento.

- Com relação ao eixo de transferência (A-6), seção 7.3.6, observa-se que esse grupo mostra-se pobremente adequado com relação à manutenibilidade, já que para a solução apresentada torna-se muito complicado a desmontagem do grupo para manutenção. Uma sugestão seria a execução de rasgos nas placas laterais, pelos quais todo o grupo pudesse ser removido.

8.4 - Análise crítica da metodologia utilizada

Todo o trabalho, até aqui apresentado, foi realizado baseado na consideração de que uma abordagem metodológica é a espinha dorsal de um projeto de engenharia. Assim sendo, é extremamente valioso que sejam criticadas e analisadas as diversas abordagens utilizadas em todas as fases do desenvolvimento descrito.

Inicialmente, é importante questionar a própria necessidade da mecanização da colheita do alho. No capítulo 1, foi construída uma argumentação, baseada principalmente nos problemas relacionados à sensibilidade do alho ao tempo de colheita e à escassez de mão-de-obra, que levou à

conclusão de que a mecanização do processo de colheita se fazia imprescindível, tanto a nível de aumento de competitividade, como da própria sobrevivência das fazendas de alho no Brasil. Por outro lado, muito pouco foi feito em termos de análise de viabilidade econômica do projeto, o que é considerado, por muitos autores, como fator único e imprescindível para a tomada da decisão "continuar ou não" o projeto. A inexistência, tanto de recursos financeiros, quanto de uma equipe especializada na execução desse tipo de estudo, é apontada como o principal motivo da não realização de tal análise.

Assumida a necessidade como realmente existente, passou-se à fase de busca na literatura por mecanismos e soluções já desenvolvidos para problemas similares. Considera-se que essa fase foi satisfatoriamente realizada. Aqui, a única crítica que se faz é quanto à demora na realização dessa etapa. Sabe-se que a tendência atual é de se diminuir, cada vez mais, o tempo de colocação de novos produtos no mercado, o que implica, entre outros, numa necessidade de economia de tempo nas diversas fases do projeto, o que definitivamente não ocorreu no caso em questão. Problemas de infraestrutura do sistema de informação disponível, justificam essa demora.

A fase de levantamento das restrições de origem agrônômica (seção 3.2, capítulo 3) foi imensamente facilitada pelos dados recolhidos por Schmidt [04], os quais foram considerados suficientes para o prosseguimento das atividades do projeto da colhedora de alho.

Conforme comentado na introdução do capítulo 3, considera-se a elaboração da especificação de projeto do produto como sendo o real ponto de partida para o projeto. Assim sendo, não foram poupados esforços, e nem ferramentas de projeto, para se obter uma EPP a mais consoante possível com as necessidades e vontades dos diversos consumidores a quem o proposto sistema afetaria. A crítica que aqui se faz é exatamente no primeiro passo desse processo, no momento de se identificar as necessidades e desejos do consumidor. O levantamento das necessidades e vontades do consumidor é, conforme comentado no capítulo 3, uma atividade de elevada complexibilidade e alto grau de subjetividade, devendo, por isso, ser feita por especialistas em pesquisa mercadológica. Para o nosso caso, contudo, esse trabalho de identificação das necessidades do consumidor foi elaborado pelo próprio autor, com o auxílio de colaboradores (nenhum deles com formação especial em marketing). A consequência disso é que foi gerada, de maneira criteriosa e minuciosa, uma lista de especificações de

projeto - EPP - baseadas em uma lista de necessidades e vontades do consumidor questionável, diante do método intuitivo com a qual foi elaborada.

Tomando-se as necessidades estabelecidas na EPP, partiu-se para o projeto, propriamente dito, da primeira concepção. Para o projeto conceitual do primeiro protótipo, utilizou-se, de modo criterioso, o método tradicional proposto por Beitz, conforme descrito no capítulo 4. Por esse método, chegou-se a um projeto conceitual, o qual foi levado às fases posteriores de projeto preliminar e projeto detalhado. Considera-se que tanto o projeto preliminar, quanto o projeto detalhado, do primeiro protótipo, foram corretamente desenvolvidos, com relação à metodologia utilizada. Convém ressaltar que, apesar da disponibilidade de ferramentas de otimização de projeto, tais como "pacotes" de elementos finitos e outros, elas não foram aqui utilizadas, o que levou a constantes reprojetos de peças mal dimensionadas, as quais apresentaram problemas durante os testes.

Considerando os aspectos discutidos na conclusão do capítulo 4, decidiu-se retomar o problema em sua fase de especificação de projeto do produto. Com relação ao projeto conceitual desse novo protótipo, descrito com detalhes no capítulo 5, aproveitando a experiência adquirida no primeiro projeto, substituiu-se o método tradicional de elaboração de soluções da matriz morfológica por um processo de análise e síntese, onde procurou-se utilizar as idéias constantes na matriz de modo a obter uma solução inovadora. Assim foi feito e assim se chegou ao desenvolvimento conceitual de um novo princípio de colheita, objeto principal deste trabalho de dissertação de mestrado.

O projeto do novo protótipo prosseguiu em suas fases preliminares e de detalhamento, sendo que, desta vez, procurou-se fazer uso de ferramentas computacionais mais sofisticadas, de modo a evitar problemas de dimensionamento e de montagem. Assim foi feito, por exemplo, no dimensionamento das placas de suporte e na própria estrutura da máquina (descrição detalhada no capítulo 6). Finalmente, é importante observar que, apesar das críticas acima descritas, nota-se que a abordagem metodológica utilizada permitiu a geração de um produto, razoavelmente conforme com as especificações, o que, afinal de contas, é o que importa.

8.5 - Conclusão

No presente trabalho, o problema relacionado à mecanização da colheita do alho foi abordado e, fazendo-se uso de uma metodologia de projeto bem definida, dois protótipos foram desenvolvidos visando solucionar os problemas específicos do arrancamento, do transporte e da limpeza das plantas.

Com relação ao primeiro protótipo, conclui-se que os problemas de não-adequação por ele apresentado tinham como natureza uma falha a nível de projeto conceitual. A experiência adquirida com o primeiro protótipo permitiu o desenvolvimento de um segundo, desta vez dando-se uma maior atenção à fase de projeto conceitual. O novo protótipo apresenta-se, conforme avaliação apresentada na primeira parte deste capítulo, razoavelmente adequado à maioria dos objetivos estabelecidos na especificação de projeto do produto. As vantagens dessa nova solução, em relação à anterior, podem ser analisadas sob três enfoques:

-custo de execução do projeto - o primeiro protótipo apresenta um custo proporcional à quantidade dos módulos utilizados. Para o caso da colheita de cinco linhas, seriam necessários 3 módulos os quais, inevitavelmente, teriam um custo muitas vezes superior à nova solução, a qual executa a colheita das cinco linhas por uma máquina única.

-ergonomia - conforme discutido no item 4.5.2, o primeiro protótipo apresentou problemas de natureza ergonômica, originados do próprio princípio de solução adotado. Já o novo protótipo utiliza um princípio de colheita por varredura, o que praticamente elimina a necessidade do operador ficar continuamente girando o corpo (cabeça), para manter o implemento alinhado com as linhas de colheita.

-precisão de plantio - por executar a colheita por varredura, nota-se ainda que a nova solução minimiza a necessidade de precisão de plantio e forma do canteiro, aspectos relevantes para a primeira solução.

Considera-se que o ponto alto do novo protótipo diz respeito à invenção de um novo princípio de arrancamento e transporte, o qual, supõe-se, apresenta potencial para ser adaptado à colheita de outros tipos de vegetais, desde que tenham a haste (folhagem) razoavelmente rígida e alta.

Devido à inexistência de recursos financeiros, o protótipo não pôde ser construído e, conseqüentemente, não puderam ser testados e avaliados os diversos aspectos funcionais da máquina, nem tampouco a adequação da solução a determinados objetivos estabelecidos pela EPP.

Considerando-se a análise descrita no item 8.3, é altamente recomendável que, antes de ser dada continuidade a esse projeto, seja realizada uma análise de viabilidade econômica visando certificar a real existência do problema colocado. Seguindo-se essa linha, é também importante que o processo de identificação e descrição das necessidades e vontades do consumidor (seção 3.4) seja realizado por profissionais em pesquisa mercadológica.

Tomadas essas providências, recomenda-se que o projeto do protótipo seja revisado e, só então, construído e testado em campo, quando poderão ser tiradas conclusões úteis e válidas à continuidade do desenvolvimento do projeto "colhedora de alho".

REFERÊNCIA

BIBLIOGRÁFICA

I- Bibliografia citada

- 01 - KRAUSE, V. K. Análise e avaliação da experiência de um programa de substituição de importações na agricultura: o caso do alho no planalto catarinense. Itaguaí, Rio de Janeiro: 1991, 236 p. Dissertação de Mestrado, (Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Rio de Janeiro) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Univ. Federal do RJ, 1991.
- 02 - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. Proposta do setor para a integração do Mercosul. Análise da situação brasileira na produção e custos. Brasília, 1991. Circulação interna, 1991.
- 03 - INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA - SINTESC. Anual da Agricultura de Santa Catarina. Florianópolis: 1990-1991.
- 04 - SCHMIDT, A. S., Desenvolvimento de sistema mecanizado para a cultura do alho (allium sativum L.). Florianópolis: UFSC, 1992. 105 p. Proposta para desenvolvimento de tese de doutorado (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1992. Não publicado.
- 05 - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA - EMBRAPA: Alho., Dia de Campo. Distrito Federal, Brasília: 03, junho, 1980, 17p.
- 06 - LAKHIN, A. S. & FOMENKO, V.A., Mechanized harvesting of garlic. Kartofel Ovoshchi. Moscou. v.7, p.25-7, 1977.
- 07 - POWERS, J. B., The development of a sugar beet harvester. Agricultural Engineering, nº 29, p.347-51/54, agosto, 1948.
- 08 - LORENZEN, C., Jr., Development of a mechanical onion harvester. Agricultural Engineering, v.1, nº 31, p.13-5, janeiro, 1950.

- 09 - LePORI, W. & HOBGOOD, P., Mechanical Harvester for fresh market onions. Transactions of the ASAE, v.4, n° 13, p.517-9 /22, 1970.
- 10 - UPTON, R. J., Harvesting roots. The Agricultural Engineer. p.58-60, summer, 1979.
- 11 - MOTT, J., Growing and harvesting sugar beet. The Agricultural Engineer. p.58-60, summer, 1979.
- 12 - WILLIAMS, M. M. & RICHEY, C. B., A new approach to gathering soybeans. Transactions of the ASAE, p.1017-8, 1973.
- 13 - HAWKINS, J.C., The design of potato harvester. Journal of Agricultural Engineering Research. v.2, p.14-24, 1957.
- 14 - SHEPARDSON, E. S., POLLOCK, J. G. & REHKUGLER, G. E., Research and development of a lettuce harvester. Transactions of the ASAE, n° 17, v.2, p.212-6, 1974.
- 15 - KEPNER, R. A., BAINER, R. & BARGER, E. L. Fruit and vegetable harvesting and handling. In: KEPNER, R. A., BAINER, R. & BARGER, E. L., Principles of Farm Machinery, 3th edition. Westport, Connecticut: Avi Publishing Company, Inc, 1982. 527p., p.479-502.
- 16 - WILLIAMSON, R. E., WRETHMAN, D. W. & CUNDIFF, J. S., Design e performance of a mechanical harvester for vegetable transplants. Transactions of the ASAE. p. 1015-8, 1976.
- 17 - KNOTT, C. M., Harvesting legumes. The Agricultural Engineer. p.42-6, summer, 1979.
- 18 - PUGH, S., Design core: the product design specification. In: PUGH, S. Total Design. Cornwall, Inglaterra: Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1991. 278p. p.44-66.
- 19 - REGINA, S. M., O bom alho depende da colheita. O Ruralista. p.9, dezembro, 1977.
- 20 - HAMAN, J., Broad principles of soil science. In: HAMAN, J., BERNACKI, H. & KANAFOJSKI, Cz. Agricultura machines, theory and construction. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture and the National Science Foundation, 826p. pp.8-25, 1972.
- 21 - JURAN, J. M. & GRZYNA, F. M., Controle da Qualidade: Handbook. Ed. Mc. Graw Hill, V.1, 1991.
- 22 - HAUSER, J. R. & CLAUSING, D., The house of quality. Harvard Business Review. mai/ jun, 1988.
- 23 - DIXON, J. R & DUFFEY, M. R., The neglect of engineering design. California Management Review. winter, 1990.
- 24 - SAUNDERS, A., A designer's guide to improving product quality, Machine Design. agosto, 1985.

- 25 - YUKIMURA, C. D. L., Eficiência e Qualidade do Projeto de Produtos com Ênfase no Método Taguchi. Florianópolis: UFSC, 1991. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1991.
- 26 - ARAUJO Jr., C. S. & GIOVANNONI, C. F., QFD: Uma Ferramenta na Implantação da Qualidade desde o Projeto. Florianópolis, maio, 1993. Trabalho apresentado no Seminário de Conclusão de Curso da Disciplina EPS-3220, Organização e Administração de Sistemas de Qualidade. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1991. Não publicado.
- 27 - PAHL, G. & BEITZ, W., Engineering Design - A Systematic Approach. London: The Design Council / Springer - Verlag Ed., 1991.
- 28 - ARAUJO Jr., Development and performance of a mechanized solution to the garlic harvesting process. In: FARM MACHINERY DESIGN COURSE, 1992., Tsukuba, Japão, Dec., 1992. Anais, Tsukuba International Agricultural Center, 1992, p. 1-16.
- 29 - BACK, N. Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- 30 - GILL, W. R. & VANDEN BERG, G. E., Mechanics of tillage tools. In: GILL, W. R. & VANDEN BERG, G. E., Soil Dynamics in Tillage and Traction. Washington, D.C: U. S. Department of Agriculture and the National Science Foundation, 511 p., p.p. 117-211, 1968.
- 31 - McKYES, E. Soil Cutting and Tillage. New York: Elsevier, 1985.
- 32 - HETTIARATCHI, D. R. P. & REECE, A. R., The calculation of passive soil resistance. Géotechnique, V. 24, n.3: p. 289-310, 1974.
- 33 - CHASE, L. W., A study of subsurface tiller blades. Agricultural Engineering, n. 23, 1942.
- 34 - KOOLEN, A. J. & KUIPERS, H., Agricultural Soil Mechanics. Berlin: Springer-Verlag, 241p., 1983.

2. Bibliografia consultada

- 01 - MONTEIRO, J. S. & CARDOSO, M. R. O. A realidade da cultura do alho em Minas Gerais. Informativo Agropecuário, Belo Horizonte, v.4, n.48, p. 10-13, dez.1978.
- 02 - FONTES, P. C. R. & MOURA, P. A. M. Aspectos econômicos da cultura do alho. Informativo Agropecuário, Belo Horizonte, v.4, n.48, p. 35-56, dez. 1978.
- 03 - PESSOA, Pedro F. A. de, BISERRA, J. V. & SILVA, L. A. da. Análise econômica de cultivares de alho. Hort. Brasileira, [s.l.], v.7, n.2, p.24-26, nov. 1989.
- 04 - EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Custo de produção por hectare - alho. Brasília,1980, (circulação interna).
- 05 - RAMOS, M. A. P. Mestre, com muito gosto e ciência. Revista Globo Rural, Rio de Janeiro: Ed. Globo, Ano 6, n.60, out. 1990.
- 06 - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cultura do alho. Pelotas: 1982, documento nº8.
- 07 - EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EPAGRI. Orientações para a cultura do alho em Santa Catarina. Boletim, Florianópolis,1989, doc. nº 104.
- 08 - EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EPAGRI. Sistema de produção para alho. Boletim, Florianópolis, 1980, doc. nº 269.
- 09 - SOARES, J. de A. Breves instruções para o cultivo do alho. Lavoura/Pecuária, p.37-38, março, 1982.
- 10 - BRASIL. Portaria nº 088/089, de 07 de abril de 1982, Ministério da Agricultura, Gabinete do Ministro, Brasília, D.F., 07 de abril de 1982.
- 11 - EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMBRATER/EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA: Sistema de produção para alho - Região Centro-Sul - Goiás, Goiânia, março 1977, 13p.
- 12 - MENEZES SOBRINHO, J. A. de. Alho. Guia Rural Plantar, São Paulo: Editora Abril, p. 19-20, 1989.

- 13 - SATURNINO, H. M. Colheita, cura, preparo, embalagem e armazenamento do alho (*Allium sativum* L.). Boletim Técnico, Sete Lagoas, 1976, 91p.
- 14 - ROCHA, F. E. C. Mecanização da cultura do alho. Informativo Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.142, p.18-19, out. 1986.
- 15 - LYON, M. Mécanisation de la récolte et séchage de l'ail. Pepinieristes Horticulteurs Maraichers, n° 154, p.35-39, France, 1975.
- 16 - ELVIDGE, N. B., Harvesting of brussels sprouts: an account of one processor's approach. The Agricultural Engineer, p. 49-51, summer, 1979.
- 17 - BOUMAN, A. & BOUMA, J. The effect of the potato haulm on the haulm pulling efficiency. The Agricultural Engineer, p.25-32, spring, 1983.
- 18 - FERNANDES, J. G. & DEL CAZ, R. G. Recoleccion de cereales, alfafas, patatas e algodouero. In: Las maquinas agricolas, Marcombo, s.a, 1976, [s.l.].
- 19 - SMITH, H. P. & WILKES, L. H., Farm Machinery and Equipament. MCGRAW-HILL BOOK COMPANY, 6° Ed., 1976.
- 20 - KRUTZ, G., THOMPSON, L. & CLAAR, P., Design of Agricultural Machinery. New York: John Wiley e Sons, 1984. 472p.
- 21 - COLLINS, T. S. Loads in tractor linkages when transporting rear-mounted implements: development of modelling and measurement techniques. Journal of Agricultural Engineering Research, v.49, p.165-188, 1991.
- 22 - CHI, L. & KUSHUWAHA, R. L. Three-dimensional, finite interaction between soil and simple tillage tool. Transaction of ASAE, v.34, n.2, p.361-366, march-april, 1991.
- 23 - INNS, F. M., Some design and operational aspects of 3-link implement attachment systems. Agricultural Engineer, p. 136-144, winter, 1985.
- 24 - ADVISORY ENGINEERING COMMITTEE OF FARM AND INDUSTRIAL EQUIP. INSTITUTE. Three-point free-link attachment for hitching implements to agricultural wheel tractors. Agricultures Engineers Yearbook of Standarts, 1983
- 25 - ERWIN, R. L., Background of the ASAE three-point hitch standart. Transactions of the ASAE. p. 1-5, 1961.

- 26 - MORLING, R. W., Agricultural tractor hitches analyses os design requirements. ASAE - Distinguished Lecture Series, 28 p., dec. 1979.
- 27 - WINGATE-HILL, R. The application of reliability engineering to farm machinery. The Agricultural Engineer, p.109-112, winter, 1981.
- 28 - GRANDJGAN, E., Fitting the Task to the Man: An Ergonomic Approach. TAYLOR & FRANCIS LTD, London, 1981.
- 29 - SAKAI, K., TERA0, H. & NAMBU, S. The dynamic behaviour of a tractor-vibrating subsoiler system and the effect of the virtual hitch point. Journal of Terramechanics, v.25, n.4, p. 241-247, 1988.
- 30 - SAKAI, K., TAKAI, M. & HATA, S. Theoretical analysis of a wheel driven root crop harvester. In: Proc. 10th International Conference of the ISTVS / KOBE, JAPAN/AUGUST, 20-24, 1990.
- 31 - UENO, M., IZUMI, H. & KOKUBU, T. Finite element simulation of the Soil-Machine-Man system. Departament of Agricultural Engineering, Univ. of the Ryukyus, Japan.
- 32 - PAYNE, P. C. J., The relationship between the mechanical properties of soil and the performance of simple cultivation implements. Journal of Terramechanics, [s.1], [s.d.].
- 33 - YADAV, R.N.S. & PANDEY, K. P., Soil-bin investigations of blade tools. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, v.15, n.4, 1984.
- 34 - LUTH, H. J. & WISMER, R. D., Performance of plane soil cutting blades in sand. Transactions of the ASAE, p. 255-259, 1971.
- 35 - ROWE, R. J. & BARNES, K. K., Influence of speed on elements of draft of a tillage tool. Transactions of the ASAE, p. 55-57, 1961.
- 36 - SOUZA, R. J., Solos, calagem e adubação para a cultura do alho. Informativo Agropecuário, Belo Horizonte, v.4, n. 48, p. 24-7, dezembro, 1978.
- 37 - VEIGA, M. & LEVIEN, R. Preparo do solo: quando e como realizar. Agropecuária Catarinense, p.49-50, setembro, 1990.
- 38 - PATENTE: (11) 1. 488. 303; (33) NL; (31) 7 408 566; (22) 10/ 06 / 75; (51) INT. CL². A01D 25/00; (54) Device for lifting beets and similar crops.

39 - PATENTE: (11) 4. 326. 590; (19) EUA; (21) 200 863; (22) 27/ 10/ 80; (51) A01D 25/00;

(54) Plant-harvesting device for use with variable crop row spacing; (75) Michael J. Yancey.

40 - PATENTE: (11) 2. 535. 598; (19) EUA; (21) 12; (22) 26/ 12/ 50; (51) A 01 D

25/02; (54) Sugar beets pickup machine; (75) A.J. Poppie.

41 - PATENTE: (11) 3. 964. 550; (19) EUA; (21) 506 292; (22) 16/ 09/ 74; (51)

AO1D 25/00; (54) Tree seedling harvester; (75) James G. Storms.

42 - PATENTE: (11) 2. 323. 688; (19) EUA; (21) 12; (22) 06/ 06 / 43; (51) A 01 D

25/02; (54) Vegetable harvester; (75) Otto A. Strassman.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Apêndice 1

1.a) Arquivo fonte da análise das placas laterais

```
/PREP7
/TITLE, PLACA4
C***DEFINICAO DE LINHAS,
PONTOS E AREAS
  ET,1,63
  r,1,6,35
  Ex,1,21E3
  Ey,1,21E3
  Nuxy,1,0.3
C***AREA1
  K,1,0,0
  K,2,90.61,0
  K,3,116.99,66.66
  K,4,0,66.66
  L,1,4,3
  L,1,2,3
  L,2,3,3
  L,3,4,3
  A,1,2,3,4
C***AREA2
  K,10,117.8,121
  K,149,0,114.68
  L,4,149,3
  L,3,10,3
  L,10,149,3
  A,4,3,10,149
C***AREA3
  K,5,156.94,0
  K,6,163.3,36
  L,2,5,3
  L,5,6,3
  L,6,3,3
  A,2,5,6,3
C***AREA4
  LOCAL,11,1,156.94,89.45
  CSYS,11
  K,7,31,270
  K,8,31,209.69
  L,8,7,3
  CSYS
  L,7,6,3
  L,8,3,3
  A,6,7,8,3
C***AREA5
  CSYS,11
  K,15,31,329.7
  L,7,15,3
  LOCAL,12,0,156.94,89.45
  CSYS,12
  K,16,39.72,-23.21
  L,6,13,3
  L,16,15,3
  A,6,16,15,7
C***AREA6
  CSYS,11
  K,13,31,32.93
  L,15,13,3
  CSYS,12
  K,14,44.86,29.05
  L,16,14,3
  L,14,13,3
  A,16,14,13,15
  C***AREA7
  CSYS,11
  K,11,31,89.7
  L,13,11,3
  CSYS,12
  K,12,0,24.46
  L,14,12,3
  L,12,11,3
  A,13,14,12,11
C***AREA8
  CSYS,11
  K,9,31,133.8
  L,11,9,3
  CSYS,12
  K,10,-39.14,31.55
  L,12,10,3
  L,10,9,3
  A,11,12,10,9
C***AREA9
  CSYS,11
  k,152,0,0
  larc,9,8,152,31,3
  A,9,10,3,8
C***AREA10
  CSYS
  K,17,252.3,0
  K,18,252.3,39
  L,5,17,3
  L,17,18,3
  L,18,6,3
  A,5,17,18,6
C***AREA11
  K,24,260.1,85.51
  L,18,24,3
  L,24,16,3
  A,6,18,24,16
C***AREA12
  K,26,285.8,122
  L,24,26,3
  L,26,14,3
  A,16,24,26,14
C***AREA13
  K,19,316.53,0
  K,20,316.53,29.27
  L,17,19,3
  L,19,20,3
  L,20,18,3
  A,17,19,20,18
C***AREA14
  LOCAL,13,1,304.55,73.68
  CSYS,13
  K,21,31,312.09
  K,22,31,216.87
  L,22,21,3
  LOCAL,14,0,304.55,73.68
  CSYS,14
  L,21,20,3
  L,22,18,3
  A,18,20,21,22
C***AREA15
  CSYS,13
  K,23,31,165.1
  k,153,0,0
  larc,23,22,153,31,3
  CSYS,14
  L,23,24,3
  A,18,22,23,24
C***AREA16
  CSYS,13
  K,25,31,110.64
  L,25,23,3
  CSYS,14
  L,25,26,3
  A,23,25,26,24
C***AREA17
  CSYS,13
  K,27,31,45.1
  L,27,25,3
  CSYS,14
  K,28,32.47,32.58
  L,27,28,3
  L,28,26,3
  A,25,27,28,26
C***AREA18
  CSYS,13
  K,29,31,346.86
  L,29,27,3
  CSYS,14
  K,30,45.75,-10.68
  L,28,30,3
  L,29,30,3
  A,29,30,28,27
C***AREA19
  CSYS,13
  L,21,29,3
  CSYS,14
  L,20,30,3
  A,20,30,29,21
C***AREA20
  CSYS
  K,31,352.82,0
  L,19,31,3
  L,31,30,3
  A,19,31,30,20
C***AREA21
  K,32,439.39,62.69
  K,33,409.55,124
  L,31,32,3
  L,32,33,3
  L,33,30,3
  A,31,32,33,30
C***AREA22
  K,34,390.25,173.43
  L,33,34,3
  L,34,28,3
  A,30,33,34,28
C***AREA23
  K,35,332.42,239.24
  L,34,35,3
  L,35,26,3
  A,28,34,35,26
```


C***AREA24
 K,36,251.8,261
 L,35,36,3
 L,36,14,3
 A,26,35,36,14
 C***AREA25
 K,37,280.3,438.5
 K,38,387.8,378.5
 L,36,37,3
 L,37,38,3
 L,38,35,3
 A,35,38,37,36
 C***AREA26
 K,39,443.8,241
 L,38,39,3
 L,39,34,3
 A,34,39,38,35
 C***AREA27
 K,40,468.8,185
 L,39,40,3
 L,40,33,3
 A,33,40,39,34
 C***AREA28
 K,41,514.23,116.89
 L,40,41,3
 L,41,32,3
 A,32,41,40,33
 C***AREA29
 K,42,631.04,201.48
 K,43,577.8,275
 L,41,42,3
 L,42,43,3
 L,43,40,3
 A,41,42,43,40
 C***AREA30
 K,44,532.8,344.50
 L,43,44,3
 L,44,39,3
 A,40,43,44,39
 C***AREA31
 K,47,509.01,384.95
 L,44,47,3
 L,47,38,3
 A,39,44,47,38
 C***AREA32
 K,49,527.3,428
 K,126,412.8,431
 L,47,49,3
 L,49,126,3
 L,126,38,3
 A,47,49,126,38
 C***AREA33
 LOCAL,15,1,554.77,389.68
 CSYS,15
 K,45,31,245.96
 K,46,31,185.91
 L,46,45,3
 LOCAL,16,0,554.77,389.68
 CSYS,16
 L,45,44,3
 L,46,47,3
 A,44,45,46,47
 C***AREA34
 CSYS,15
 K,48,31,125.95
 k,154,0,0
 larc,48,46,154,31,3
 CSYS,16
 L,48,49,3
 A,46,48,49,47
 C***AREA35
 CSYS,15
 K,50,31,65.898
 L,50,48,3
 CSYS,16
 K,51,18,78,41.99
 L,50,51,3
 L,51,49,3
 A,48,50,51,49
 C***AREA36
 CSYS,15
 K,52,31,5.96
 I,52,50,3
 CSYS,16
 K,53,49,03,-2.82
 L,51,53,3
 L,52,53,3
 A,52,53,51,50
 C***AREA37
 CSYS,15
 K,54,31,305.91
 L,54,52,3
 CSYS,16
 K,55,26,97,-37.26
 L,53,55,3
 L,54,55,3
 A,55,53,52,54
 C***AREA38
 CSYS,15
 L,45,54,3
 CSYS,16
 L,44,55,3
 A,44,55,54,45
 C***AREA39
 CSYS
 K,56,622.8,293.5
 L,55,56,3
 L,43,56,3
 A,43,56,55,44
 C***AREA40
 K,57,669.35,229.23
 L,42,57,3
 L,57,56,3
 A,42,57,56,43
 C***AREA41
 K,58,707.84,257.1
 K,59,658.3,325.5
 L,57,58,3
 L,58,59,3
 L,59,56,3
 A,57,58,59,56
 C***AREA42
 L,59,53,3
 A,56,59,53,55
 C***AREA43
 K,60,806.34,328.44
 K,61,751.12,404.69
 L,58,60,3
 L,60,61,3
 L,61,59,3
 A,58,60,61,59
 C***AREA44
 K,62,691.21,471.22
 L,61,62,3
 L,62,53,3
 A,59,61,62,53
 C***AREA45
 K,63,642.1,528.86
 L,62,63,3
 L,63,51,3
 A,53,62,63,51
 C***AREA46
 K,64,604.3,554.5
 L,63,64,3
 L,64,49,3
 A,51,63,64,49
 C***AREA47
 K,116,560.8,634.5
 L,64,116,3
 L,116,126,3
 A,49,64,116,126
 C***AREA48
 K,65,853.75,362.77
 K,70,843.94,483.89
 L,60,65,3
 L,65,70,3
 L,70,61,3
 A,60,65,70,61
 C***AREA49
 K,75,834.52,600.26
 L,70,75,3
 L,75,62,3
 A,61,70,75,62
 C***AREA50
 K,77,810.8,647
 L,75,77,3
 L,77,63,3
 A,62,75,77,63
 C***AREA51
 K,115,738.3,696
 L,77,115,3
 L,115,64,3
 A,63,77,115,64
 C***AREA52
 K,66,894.97,392.63
 K,69,886.493,16
 L,65,66,3
 L,66,69,3
 L,69,70,3
 A,65,66,69,70
 C***AREA53
 K,67,971.8,392.91
 K,68,971.8,500
 L,66,67,3
 L,67,68,3
 L,68,69,3
 A,66,67,68,69
 C***AREA54
 K,71,971.8,575.19
 K,72,877.8,585
 L,68,71,3
 L,71,72,3
 L,72,69,3
 A,69,68,71,72
 C***AREA55
 L,72,75,3
 A,70,69,72,75
 C***AREA56
 K,83,911.69,620.08
 K,84,971.8,615.3
 L,71,84,3
 L,84,83,3
 L,83,72,3
 A,72,71,84,83
 C***AREA57
 LOCAL,17,1,867.38,632.45
 CSYS,17
 K,73,31,285.83
 K,82,31,344.4
 L,73,82,3

LOCAL,18,0,867.38,632.45
CSYS,18
L,73,72,3
L,82,83,3
A,72,83,82,73
C***AREA58
CSYS,17
K,74,31,224.4
L,74,73,3
CSYS,18
L,74,75,3
A,75,72,73,74
C***AREA59
CSYS,17
K,76,31,165.83
k,155,0,0
larc,76,74,155,31,3
CSYS,18
L,76,77,3
A,75,74,76,77
C***AREA60
CSYS,17
K,78,31,93.89
L,78,76,3
CSYS,18
K,79,-11.44,44.55
L,78,79,3
L,79,77,3
A,76,78,79,77
C***AREA61
CSYS,17
K,80,31,45.82
L,80,78,3
CSYS,18
K,81,35.92,38.05
L,80,81,3
L,81,79,3
A,80,81,79,78
C***AREA62
CSYS,17
L,82,80,3
CSYS,18
L,83,81,3
A,82,83,81,80
C***AREA63
CSYS
K,85,971.8,665.83
L,84,85,3
L,85,81,3
A,83,84,85,81
C***AREA64
K,86,971.8,757.45
K,87,886.3,758.5
L,85,86,3
L,86,87,3
L,87,81,3
A,81,85,86,87
C***AREA65
K,88,830.74,765
L,87,88,3
L,88,79,3
A,79,81,87,88
C***AREA66
K,91,796.8,731.5
L,88,91,3
L,91,77,3
A,77,79,88,91
C***AREA67
K,93,752.43,750.35
L,91,93,3

L,93,115,3
A,77,91,93,115
C***AREA68
LOCAL,19,1,787.35,780.29
CSYS,19
K,89,31,340.59
K,90,31,280.97
L,90,89,3
LOCAL,20,0,787.35,780.29
CSYS,20
L,88,89,3
L,90,91,3
A,91,88,89,90
C***AREA69
CSYS,19
K,92,31,220.61
L,92,90,3
CSYS,20
L,92,93,3
A,91,90,92,93
C***AREA70
CSYS,19
K,94,31,160.96
k,156,0,0
larc,94,92,156,31,3
CSYS,20
K,95,-46.97,16.21
L,94,95,3
L,95,93,3
A,93,92,94,95
C***AREA71
CSYS,19
K,96,31,100.6
L,96,94,3
CSYS,20
K,97,-8.46,45.21
L,96,97,3
L,97,95,3
A,94,96,97,95
C***AREA72
CSYS,19
K,98,31,49.04
L,98,96,3
CSYS,20
K,99,37.53,32.57
L,97,99,3
L,98,99,3
A,98,99,97,96
C***AREA73
CSYS,19
L,89,98,3
CSYS,20
L,88,99,3
A,89,88,99,98
C***AREA74
CSYS
K,100,885.8,805.5
L,87,100,3
L,100,99,3
A,88,87,100,99
C***AREA75
K,101,971.8,805.5
L,86,101,3
L,101,100,3
A,87,86,101,100
C***AREA76
K,102,971.8,883
K,105,885.8,881
L,101,102,3
L,102,105,3

L,105,100,3
A,100,101,102,105
C***AREA77
K,103,971.8,942.68
K,104,885.8,942.68
L,102,103,3
L,103,104,3
L,104,105,3
A,102,103,104,105
C***AREA78
K,106,824.88,942.68
K,107,824.88,880.5
L,104,106,3
L,106,107,3
L,107,105,3
A,105,104,106,107
C***AREA79
L,107,99,3
A,99,100,105,107
C***AREA80
K,109,778.89,885.5
L,107,109,3
L,109,97,3
A,97,99,107,109
C***AREA81
K,108,778.89,942.68
L,106,108,3
L,108,109,3
A,106,108,109,107
C***AREA82
K,110,720.16,942.68
K,111,728.3,871.5
L,108,110,3
L,110,111,3
L,111,109,3
A,109,108,110,111
C***AREA83
L,111,95,3
A,95,97,109,111
C***AREA84
K,112,631.3,942.68
K,113,675.69,847.37
L,110,112,3
L,112,113,3
L,113,111,3
A,111,110,112,113
C***AREA85
K,114,690.3,748.5
L,113,114,3
L,114,95,3
A,95,111,113,114
C***AREA86
L,114,115,3
A,115,93,95,114
C***AREA87
L,114,116,3
L,116,64,3
A,64,115,114,116
C***AREA88
K,117,494.52,787.53
L,113,117,3
L,117,116,3
A,114,113,117,116
C***AREA89
LOCAL,21,1,544,886
CSYS,21
K,118,37.75,242.74
K,119,37.75,346.49
L,118,119,3
LOCAL,22,0,544,886

CSYS,22
L,118,117,3
L,119,113,3
A,117,113,119,118
C***AREA90
CSYS,21
K,120,37.75,33
L,119,120,3
CSYS,22
L,120,112,3
A,119,113,112,120
C***AREA91
CSYS,21
K,121,37.75,148.42
L,120,121,3
CSYS,22
K,122,-92.2,56.68
L,112,122,3
L,122,121,3
A,121,120,112,122
C***AREA92
CSYS,21
K,157,0,0
larc,121,118,157,37.75,3
CSYS,22
L,122,117,3
A,117,118,121,122
C***AREA93
CSYS
K,123,282.97,861.2
K,124,352.77,779.29
L,122,123,3
L,123,124,3
L,124,117,3
A,124,117,122,123
C***AREA94
K,125,435.3,648.5
L,124,125,3
L,125,116,3
A,125,116,117,124
C***AREA95
K,127,303.8,536.5
L,124,128,3
L,128,127,3
A,127,126,116,125
C***AREA96
K,128,190.71,650.15
L,124,128,3
L,128,127,3
A,127,125,124,128
C***AREA97
K,129,83.91,765.12
L,123,129,3
L,129,128,3
A,128,124,123,129
C***AREA98
LOCAL,23,1,50,680
CSYS,23
K,130,37.75,68.28
K,131,37.75,350.26
L,131,130,3
LOCAL,24,0,50,680
CSYS,24
L,130,129,3
L,131,128,3
A,131,128,129,130
C***AREA99
CSYS,23
K,133,37.75,177.36
L,130,133,3

CSYS,24
K,134,-157.49,-7.27
L,129,134,3
L,134,133,3
A,130,129,134,133
C***AREA100
CSYS,23
K,132,37.75,236.66
K,158,0,0
larc,133,132,158,37.75,3
CSYS,24
K,135,-23.42,-116.4
L,134,135,3
L,135,132,3
A,135,132,133,134
C***AREA101
CSYS,23
L,132,131,3
CSYS,24
L,135,128,3
A,135,128,131,132
C***AREA102
CSYS
K,136,100.8,500.5
K,137,185.8,508.5
L,135,136,3
L,136,137,3
L,137,128,3
A,136,137,128,135
C***AREA103
L,137,37,3
L,37,127,3
A,37,127,128,137
C***AREA104
A,37,38,126,127
C***AREA105
K,138,181.3,312.5
L,137,138,3
L,138,36,3
A,138,36,37,137
C***AREA106
L,138,12,3
A,12,14,36,138
C***AREA107
K,139,78.3,383
L,136,139,3
L,139,138,3
A,139,138,137,136
C***AREA108
K,151,29.88,274.36
L,139,151,3
L,151,12,3
A,12,138,139,151
C***AREA109
K,150,-1.82,241.88
L,151,150,3
L,150,10,3
A,10,12,151,150
C***AREA110
K,148,-82.06,196.64
L,150,148,3
L,148,149,3
A,149,10,150,148
C***AREA111
K,147,-161.65,276.13
K,152,-119.2,360.5
L,150,152,3
L,152,147,3
L,147,148,3
A,148,150,152,147

C***AREA112
K,161,-78.5,392.62
L,151,161,3
L,161,152,3
A,150,151,161,152
C***AREA113
K,140,-73.7,450.5
L,139,140,3
L,140,161,3
A,151,139,140,161
C***AREA114
L,135,140,3
A,139,136,135,140
C***AREA115
K,141,-128.53,454.62
K,142,-137.26,515.5
L,135,142,3
L,142,141,3
L,141,140,3
A,141,140,135,142
C***AREA116
K,143,-169.23,642.94
L,134,143,3
L,143,142,3
A,142,135,134,143
C***AREA117
K,144,-268.7,594.93
K,145,-268.7,458.37
L,143,144,3
L,144,145,3
L,145,142,3
A,145,142,143,144
C***AREA118
K,157,-169.2,424
L,145,157,3
L,157,141,3
A,157,141,142,145
C***AREA119
K,146,-268.7,383.04
K,155,-157.21,380.29
L,145,146,3
L,146,155,3
L,155,157,3
A,155,157,145,146
C***AREA120
L,146,147,3
L,155,152,3
A,147,152,155,146
C***AREA121
LOCAL,25,1,-121.41,409.18
CSYS,25
K,153,31,267.39
K,154,31,218.9
L,154,153,3
LOCAL,26,0,-121.41,409.18
CSYS,26
L,152,153,3
L,154,155,3
A,152,153,154,155
C***AREA122
CSYS,25
K,160,31,338.9
L,153,160,3
CSYS,26
L,160,161,3
A,152,161,160,153
C***AREA123
CSYS,25
K,159,31,37.32
L,160,159,3

CSYS,26
L,159,140,3
A,160,161,140,159

C***AREA124

CSYS,25
K,158,31,81.09
L,159,158,,3
CSYS,26
L,158,141,3
A,159,140,141,158

C***AREA125

CSYS,25
K,156,31,162.17
L,158,156,3
CSYS,26
L,157,156,3
A,158,141,157,156

C***AREA126

CSYS,25
k,159,0,0
Iarc,156,154,159,31,3
A,156,157,155,154

SAVE

C***DEFINICAO DAS FORCAS E
VINCULACOES

C***FURO "A"

KF,16,FX,0.29
KF,16,FY,23.79
KF,16,FZ,14.8
KF,3,FX,0.29
KF,3,FY,23.79
KF,3,FZ,14.8
KF,12,FX,0.29
KF,12,FY,23.79
KF,12,FZ,-29.5

C***FURO "B"

KF,20,FX,15.86
KF,20,FY,15.92
KF,20,FZ,13.9
KF,24,FX,15.86
KF,24,FY,15.92
KF,24,FZ,13.9
KF,28,FX,15.86
KF,28,FY,15.92
KF,28,FZ,-27.8

C***FURO "C"

KF,47,FX,14.68
KF,47,FY,-20.28
KF,47,FZ,15.5
KF,51,FX,14.68
KF,51,FY,-20.28
KF,51,FZ,15.5
KF,55,FX,14.68
KF,55,FY,-20.28
KF,55,FZ,-31

C***FURO "D"

KF,79,FX,-17.88
KF,79,FY,-17.51
KF,79,FZ,15.5
KF,83,FX,-17.88
KF,83,FY,-17.51
KF,83,FZ,15.5
KF,75,FX,-17.88
KF,75,FY,-17.51
KF,75,FZ,-31

C***FURO "E"

KF,97,FX,-19.51
KF,97,FY,-16.72
KF,97,FZ,16
KF,88,FX,-19.51

KF,88,FY,-16.72

KF,88,FZ,16

KF,93,FX,-19.51

KF,93,FY,-16.72

KF,93,FZ,-31.9

C***FURO "F"

KF,155,FX,23.17

KF,155,FY,-8.48

KF,155,FZ,15.3

KF,141,FX,23.17

KF,141,FY,-8.48

KF,141,FZ,15.3

KF,161,FX,23.17

KF,161,FY,-8.48

KF,161,FZ,-30.6

C***FURO "T1"

KD,130,all

KD,131,all

KD,132,all

KD,133,all

C***FURO "T2"

KD,118,all,0

KD,119,all,0

KD,120,all,0

KD,121,all,0

C***PONTO 69 "VINCULACAO"

KD,69,ALL

C***PRESOOS

LPSF,217,-0.609

LPSF,236,-0.57

C***GERACAO DA MALHA

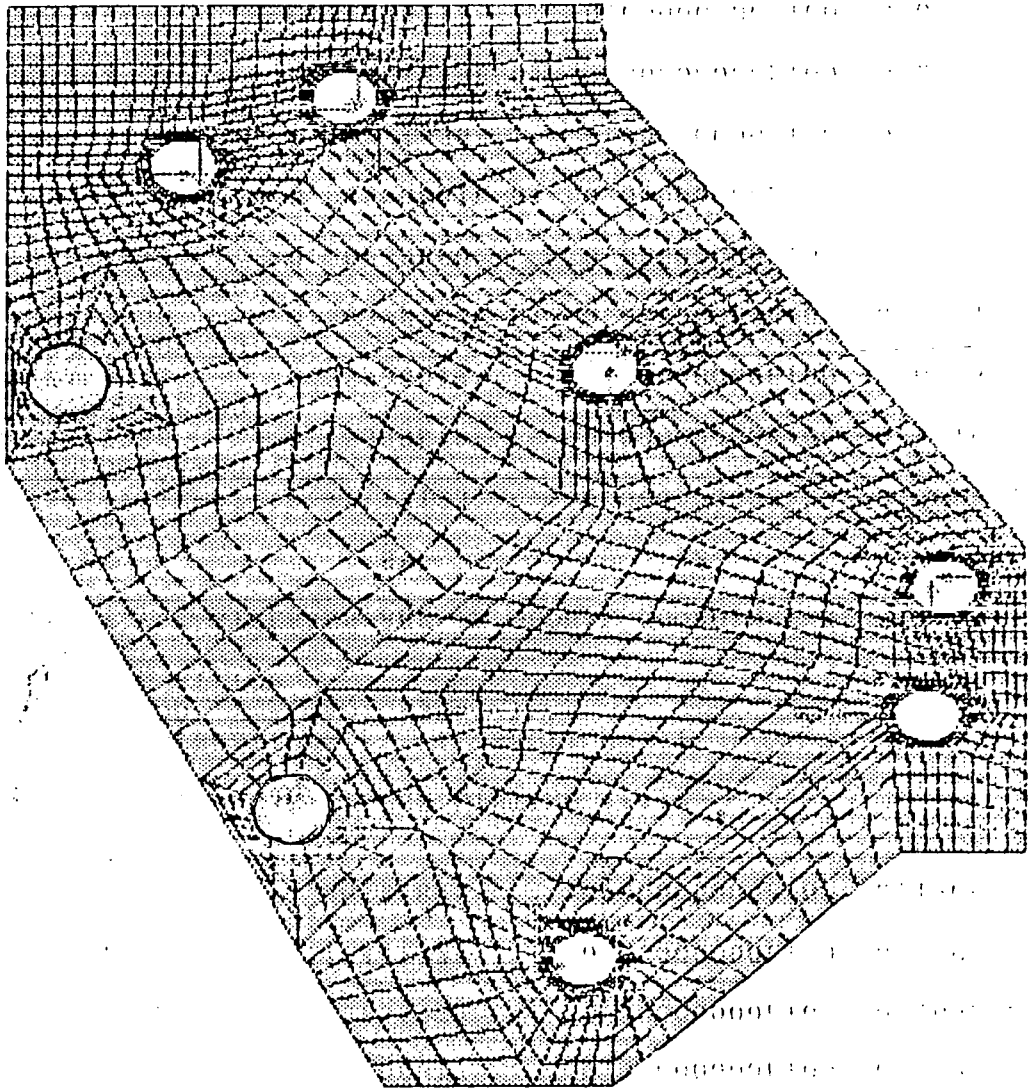
ELSIZE,,2

AMESH,ALL

/PNUM,ELEM

ANSYS 4.4A
SEP 23 1993
10:42:58
PREP7 AREAS
TYPE NUM
1011
1012
1013
1014

ZV = 1
DIST = 632.275
XF = -351.55
YF = 471.34



PLACA4"6.35"

APÊNDICE 2

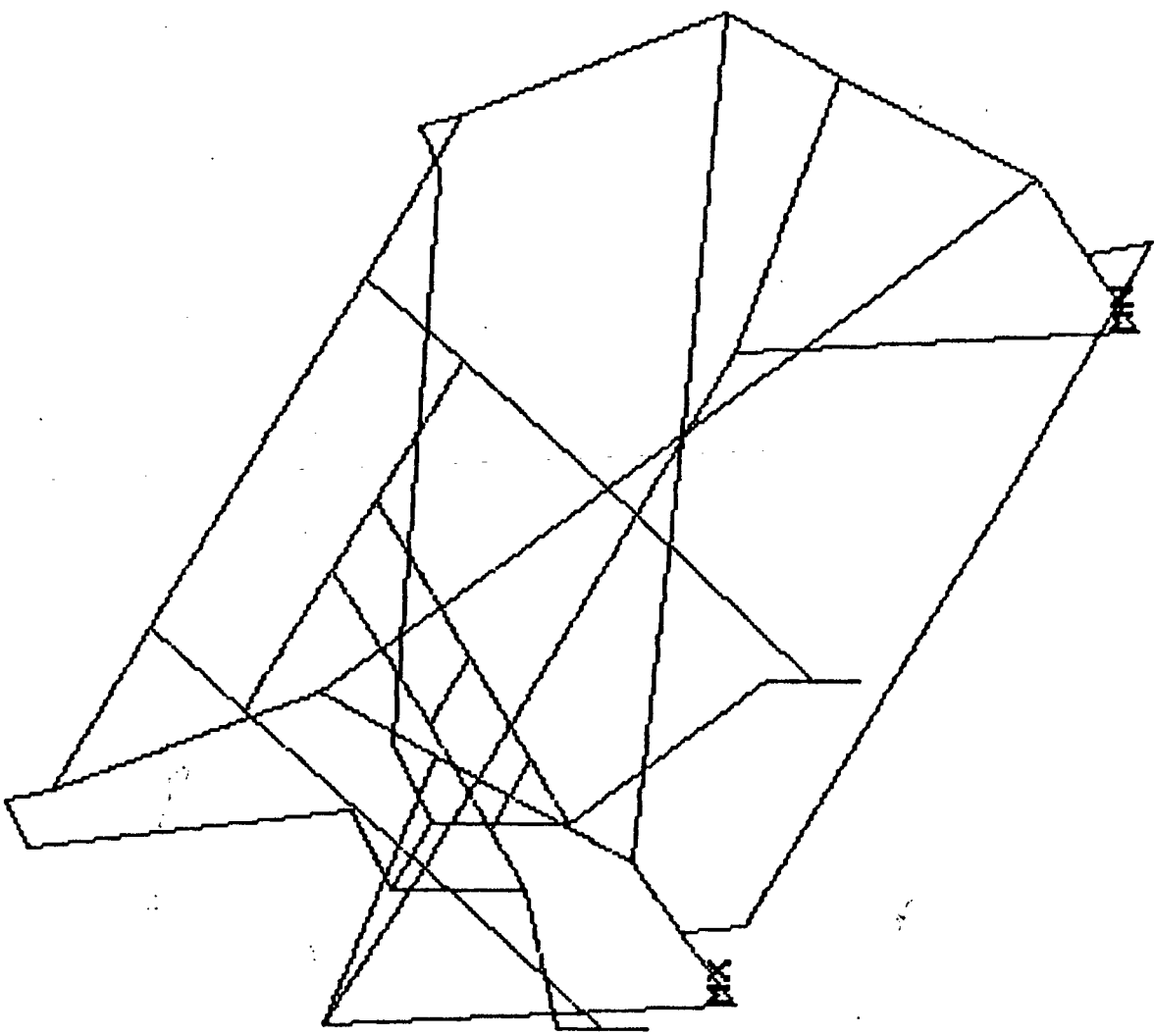
Apêndice 2

2.a) Arquivo fonte da análise do conjunto estrutural

```
/TITLE,ESTRUT2 COM TORCAO
C***ELEMENTO TIPO 1 "UNIDADES EM KGF E MM"
  ET,1,4
  R,1,846.32,6391.92,557392.32,88.9,9.52,,563784.24
  EX,1,21E3
C***ELEMENTO TIPO 2
  ET,2,4
  R,2,845.28,545434.48,545434.48,75.5,75.5,,1090866.41
  EX,2,21E3
C***ELEMENTO TIPO 3
  ET,3,4
  R,3,662.67,263260.48,263260.48,60,60,,526519.73
  EX,3,21E3
C***ELEMENTO TIPO 4 "LAMINA"
  ET,4,4
  R,4,2041.36,1886231,18922.27,116.35,18.35,,1905153
  EX,4,21E3
c***elemento tipo 5
  et,5,4
  r,5,846.32,557392.32,6391.92,88.9,9.52,,563784.24
  ex,5,21e3
C***ELEMENTO TIPO 6
  ET,6,4
  R,6,1249.99,557000,557000,6.35,101.6,,1016461
  EX,6,21E3
  NUXY,0.3
C***NOS PRINCIPAIS
  N,1,-1395.23,63.46,-538.84
  N,2,-1202.99,63.46,-538.84
  N,3,-869.66,63.46,-538.84
  N,4,-536.32,63.46,-538.84
  N,5,-202.99,63.46,-538.84
  N,6,-10.76,63.46,-538.84
  N,7,-10.76,183.46,-383.46
  N,8,-10.76,183.46,-538.84
  N,9,-10.76,183.46,-687.76
  N,10,-10.76,406.18,-910.51
  N,11,-10.76,899.70,-381.26
  N,12,-10.76,536.30,-1040.64
  N,13,-10.76,1109.79,-876.20
  N,14,-342.76,1109.79,-876.20
  N,15,-342.76,1036.15,-702.72
  N,16,-342.76,899.7,-381.26
  N,17,-342.76,681.50,-44.45
  N,18,-342.76,756.73,-44.45
  N,19,-342.76,836.54,-44.45
  N,20,-633.23,1036.15,-44.45
  N,21,-633.23,1036.15,-171
  N,22,-633.23,1036.15,-384
  N,23,-633.23,1036.15,-702.72
  N,24,-772.76,1036.15,-702.72
  N,25,-772.76,1036.15,-384
  N,26,-772.76,1036.15,-171
  N,27,-772.76,1036.15,-44.45
  N,28,-772.76,1172.15,-44.45
  N,29,-772.76,1268.64,-44.45
  N,30,-633.23,1268.64,-44.45
  N,31,-633.23,1172.15,-44.45
  N,32,-633.23,1254.76,-203.14
  N,33,-1063.23,1109.79,-876.20
  N,34,-1063.23,1036.15,-702.72
  N,35,-1063.23,899.7,-381.26
  N,36,-1063.23,756.73,-44.45
  N,37,-1063.23,681.50,-44.45
  N,38,-1063.23,836.54,-44.45
  N,39,-10.76,1206.30,-757
  N,40,-1395.23,1109.79,-876.20
  N,41,-1395.23,1206.30,-757
  N,42,-772.76,1254.76,-203.14
  N,43,-1395.23,899.70,-381.26
  N,44,-1395.23,183.46,-383.46
  N,45,-1395.23,183.46,-538.84
  N,46,-1395.23,183.46,-687.76
  N,47,-1395.23,406.18,-910.51
  N,48,-1395.23,536.30,-1040.64
  N,49,-703,357.15,-861.47
  N,50,-10.76,1198.09,-850.88
  N,51,-1395.23,1198.09,-850.88
C***NOS DE REFERENCIA
  N,52,-1395.23,133.61,-481.49
  N,53,-703,427.86,-790.76
NPLOT,1
NNUM
C***TIPO 1
  TYPE,1
  REAL,1
  e,6,8
  e,1,45
  E,7,8
  E,8,9
  e,9,10,47
  e,10,12,48,40
  e,10,11,43
  E,13,50,51
```

e,12,13	C***TIPO 4
E,50,39,51	TYPE,4
E,44,45	REAL,4
E,45,46	E,2,3,52
e,46,47,10	E,3,4,52
e,47,48,12	E,4,5,52
E,40,51,50	C***TIPO 5
e,48,40,13	TYPE,5
e,47,43,11	REAL,5
E,51,41,50	e,7,11,43
E,39,32,42	e,43,44,11
E,32,30	e,12,49,53
E,41,42,32	e,49,46,53
E,42,29	e,9,49,53
E,14,15	e,49,48,53
E,15,16	C***TIPO 6
E,16,18	TYPE,6
E,33,34	REAL,6
E,34,35	E,1,2,52
E,35,36	E,5,6,52
E,20,21	E PLOT,1
E,21,22	D,17,UX
E,22,23	D,17,UY
E,24,25	D,17,UZ
E,25,26	D,17,ROTY
E,26,27	D,17,ROTZ
E,22,25	D,28,UX
E,21,26	D,28,UY
E,17,18	D,28,UZ
E,18,19	D,28,ROTY
E,19,20,38	D,28,ROTZ
E,20,31	D,31,UX
E,31,30	D,31,UY
E,30,29	D,31,UZ
E,29,28	D,31,ROTY
E,28,27	D,31,ROTZ
E,27,38,19	D,37,UX
E,38,36	D,37,UY
E,36,37	D,37,UZ
C***TIPO 2	D,37,ROTY
TYPE,2	D,37,ROTZ
REAL,2	F,2,FY,-5
E,13,14	F,3,FY,-10
E,14,33	F,4,FY,-95
E,33,40	F,5,FY,-90
E,11,16	F,2,FZ,-80
E,16,35	F,3,FZ,-120
E,35,43	F,4,FZ,-420
C***TIPO 3	F,5,FZ,-380
TYPE,3	
REAL,3	
E,15,23	
E,23,24	
E,24,34	

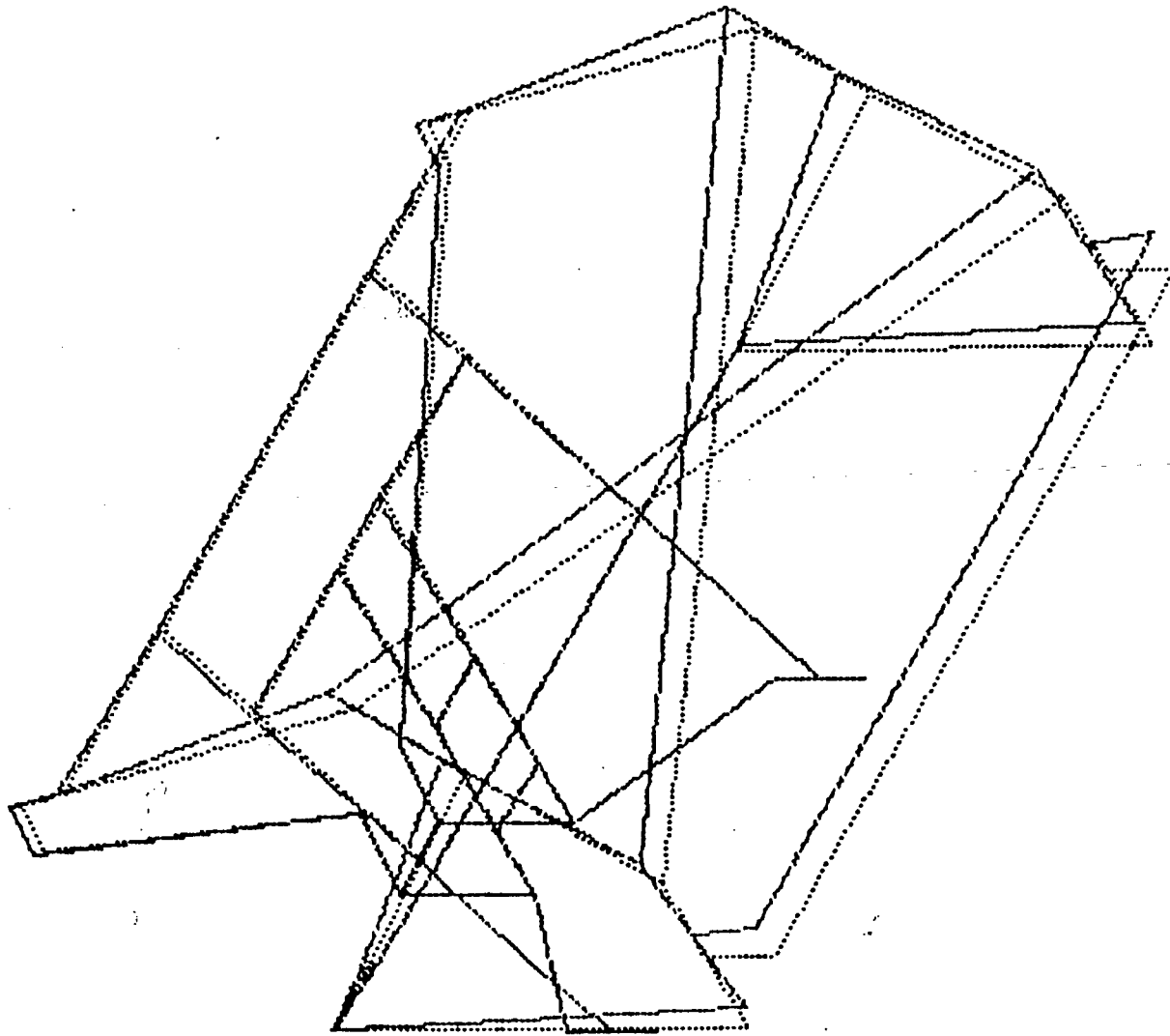
STEP=1
 SUB =1
 TIME=1
 UX
 RSYS=0
 DMX =21.459
 SMN =-1.151
 SMX =2.642
 -1.151
 -0.729526
 -0.308075
 0.113376
 0.534827
 0.956278
 1.378
 1.799
 2.221
 2.642



ESTRUT2 COM TORCAO

DISPLACEMENT
STEP=1
SUB =1
TIME=1
RSYS=0
DMX =21.459

DSCA=5.013
XU =1
YU =1
ZU =1
DIST=1076
XF =-702.995
YF =666.05
ZF =-542.545
CENTROID HIDDEN



ESTRUT2 COM TORCAO

APÊNDICE 3

Numeração das Peças da Máquina

Sistema dos Rodados (R)

Blocos : 1 - Elevação e Suporte
2 - Roda propriamente dita

Partes : 11 - Pino de articulação
12 - Barra de suporte
13 - Parafuso de fixação
21 - Roda e bucha
22 - Parafuso e porca de fixação da roda

Elementos :

R - 111a
R - 111b = Pino de articulação (PN04)
R - 112a
R - 112b = Presilha do pino (AE02)
R - 121a
R - 121b = Barra de suporte da roda (BR03)
R - 131a
R - 131b = Parafuso de fixação da roda (PF01)
R - 132a
R - 132b = Porca de fixação da roda (PF01)
R - 133a
R - 133b = Arruela de fixação da roda (PF01)
R - 211a
R - 211b = Roda (RO01)
R - 212a
R - 212b = Bucha da roda (BU01)
R - 221a
R - 221b = Eixo da roda (EX07)
R - 222a
R - 222b = Parafuso da roda (PF07)
R - 223a

R - 223b = Arruela da roda (PF07)

Sistema da Transmissão (T)

Blocos : 1 - Eixo longitudinal
2 - Eixo transversal
3 - Transmissão por fora da máquina

Partes : 11 - Caixa de mancal
12 - Eixo longitudinal e tubo de proteção
13 - Cônica

Elementos :

T - 111a
T - 111b = Caixa do mancal (CM01)
T - 112a
T - 112b = Rolamento (RL01)
T - 121 = Eixo longitudinal (EX01)
T - 122 = Tubo de proteção (TP01)
T - 123 = Espaçador (ES01)
T - 131 = Cônica (pinhão) (CN01)
T - 132 = Chaveta da cônica (CH01)
T - 133 = Anel elástico da cônica (AE01)

T - 211a
T - 211b = Caixa do mancal (CM03)
T - 212a
T - 212b = Rolamento (RL01)
T - 221 = Eixo transversal (EX06)
T - 222 = Tubo de proteção (TP02)
T - 223 = Espaçador da cônica (ES08)
T - 224 = Espaçador da Roda dent. (ES09)
T - 231 = Cônica (coroa) (CN02)
T - 232 = Chaveta da cônica (CH04)
T - 233 = Anel elástico da cônica (AE01)
T - 241 = Roda dentada - 17 dentes (RD04)
T - 242 = Chaveta da roda dentada (CH01)

- T - 243 = Anel Elástico da roda dent. (AE01)
- T - 311 = Corrente - série 40 (CR02)
- T - 321 = Roda dentada (RD01)

Sistema de Arrancamento e Transporte (A)

- Blocos :
- 1 - Rolos e Correntes
 - 2 - Mancal com tampa e roda dent. de 16 dentes
 - 3 - Mancal com tampa e roda dent. de 9 dentes
 - 4 - Mancal sem tampa, lado esquerdo
 - 5 - Mancal sem tampa, lado direito
 - 6 - Conjunto do eixo de transferência

Partes :

- 11 - Correntes
- 12 - Conjunto dos rolos
- 13 - Conjunto da peça de fixação (direita)
- 14 - Conjunto da peça de fixação (esquerda)

- 21 - Conj. da caixa do mancal
- 22 - Tampa do mancal e parafusos
- 23 - Parafusos de fixação do flange
- 24 - Eixo
- 25 - Roda dentada - 16 dentes

- 31 - Conj. da caixa do mancal
- 32 - Tampa do mancal e parafusos
- 33 - Parafusos de fixação do flange
- 34 - Eixo
- 35 - Roda dentada - 9 dentes

- 41 - Conj. da caixa do mancal
- 42 - Tampa do mancal e parafusos
- 43 - Parafusos de fixação do flange
- 44 - Eixo
- 45 - Roda dentada - 16 dentes

46 - Engrenagem

51 - Conj. da caixa do mancal

52 - Tampa do mancal e parafusos

53 - Parafusos de fixação do flange

54 - Eixo

55 - Roda dentada - 16 dentes

56 - Engrenagem

61 - Conj. da caixa do mancal

62 - Tampa do mancal e parafusos

63 - Parafusos de fixação do flange

64 - Eixo

65 - Roda dentada - 16 dentes

66 - Engrenagem

Elementos :

A - 111	= Corrente do sistema I	(CR01)
A - 112	= Corrente do sistema II	(CR01)
A - 121(a - q)	= Rolos (TB01)	
A - 122(a - q)	= Cobertura do tubo	(BO01)
A - 131(a - q)	= Peça de fixação (direita)	(PÇ01)
A - 132(a - q)	= Parafuso interno	(PF06)
A - 133(a - q)	= Porca interna	(PF06)
A - 134(a - q)	= Arruela interna	(PF06)
A - 135(a - q)	= Parafuso externo	(PF06)
A - 136(a - q)	= Porca externa	(PF06)
A - 137(a - q)	= Arruela externa	(PF06)
A - 141(a - q)	= Peça de fixação (direita)	(PÇ01)
A - 142(a - q)	= Parafuso interno	(PF06)
A - 143(a - q)	= Porca interna	(PF06)
A - 144(a - q)	= Arruela interna	(PF06)
A - 145(a - q)	= Parafuso externo	(PF06)
A - 146(a - q)	= Porca externa	(PF06)
A - 147(a - q)	= Arruela externa	(PF06)
A - 211a		
A - 211b	= Caixa de mancal	(CM02)
A - 212a		

A - 212b
 A - 212c
 A - 212d = Rolamentos (RL01)
 A - 213a
 A - 213b = Flange (FG01)
 A - 221a
 A - 221b = Tampa do mancal (TM02)
 A - 222(a - f) = Parafusos da tampa (PF02)
 A - 231(a - f) = Parafuso de fixação do flange (PF03)
 A - 232(a - f) = Arruela de fixação do flange (PF03)
 A - 233(a - f) = Porca de fixação do flange (PF03)
 A - 241a
 A - 241b = Eixo (EX03)
 A - 242a
 A - 242b = Anel elástico interno (AE01)
 A - 251a
 A - 251b = Roda dentada - 16 dentes (RD02)
 A - 252a
 A - 252b = Chaveta da roda dent. (CH03)
 A - 253a
 A - 253b = Anel elástico da roda dentada (AE01)

A - 311(a - f) = Caixa de mancal (CM02)
 A - 312(a - l) = Rolamentos (RL01)
 A - 313(a - f) = Flange (FG01)
 A - 321(a - f) = Tampa do mancal (TM02)
 A - 322(a - r) = Parafusos da tampa (PF02)
 A - 331(a - r) = Parafuso de fixação do flange (PF03)
 A - 332(a - r) = Arruela de fixação do flange (PF03)
 A - 333(a - r) = Porca de fixação do flange (PF03)
 A - 341(a - f) = Eixo (EX03)
 A - 342(a - f) = Anel elástico interno (AE01)
 A - 351(a - f) = Roda dentada - 9 dentes (RD03)
 A - 352(a - f) = Chaveta da roda dent. (CH03)
 A - 353(a - f) = Anel elástico da roda dentada (AE01)

A - 411 = Caixa de mancal (CM02)
 A - 412a
 A - 412b = Rolamentos (RL01)

- A - 413 = Flange (FG01)
- A - 421 = Tampa do mancal (TM01)
- A - 422(a - c) = Parafusos da tampa (PF02)
- A - 431(a - c) = Parafuso de fixação do flange (PF03)
- A - 432(a - c) = Arruela de fixação do flange (PF03)
- A - 433(a - c) = Porca de fixação do flange (PF03)
- A - 441 = Eixo (EX04)
- A - 442 = Espaçador (ES06)
- A - 451 = Roda dentada - 16 dentes (RD02)
- A - 452 = Chaveta da roda dent. (CH03)
- A - 453 = Anel elástico da roda dentada (AE01)
- A - 461 = Engrenagem (EG01)
- A - 462 = Chaveta da engrenagem (CH02)
- A - 463 = Anel elástico da engrenagem (AE01)

- A - 511 = Caixa de mancal (CM02)
- A - 512a
- A - 512b = Rolamentos (RL01)
- A - 513 = Flange (FG01)
- A - 521 = Tampa do mancal (TM01)
- A - 522(a - c) = Parafusos da tampa (PF02)
- A - 531(a - c) = Parafuso de fixação do flange (PF03)
- A - 532(a - c) = Arruela de fixação do flange (PF03)
- A - 533(a - c) = Porca de fixação do flange (PF03)
- A - 541 = Eixo (EX05)
- A - 542 = Espaçador (ES07)
- A - 551 = Roda dentada - 16 dentes (RD02)
- A - 552 = Chaveta da roda dent. (CH03)
- A - 553 = Anel elástico da roda dentada (AE01)
- A - 561 = Engrenagem (EG01)
- A - 562 = Chaveta da engrenagem (CH02)
- A - 563 = Anel elástico da engrenagem (AE01)

- A - 611a
- A - 611b = Caixa de mancal (CM02)
- A - 612a
- A - 612b = Rolamentos (RL01)
- A - 613a
- A - 613b = Flange (FG01)

A - 621a		
A - 621b	= Tampa do mancal	(<u>TM01</u>)
A - 622(a - f)	= Parafusos da tampa	(PF02)
A - 631(a - f)	= Parafuso de fixação do flange	(PF03)
A - 632(a - f)	= Arruela de fixação do flange	(PF03)
A - 633(a - f)	= Porca de fixação do flange	(PF03)
A - 641	= Eixo	(<u>EX02</u>)
A - 642a	= Espaçador	(<u>ES02</u>)
A - 642b	= Espaçador	(<u>ES03</u>)
A - 642c	= Espaçador	(<u>ES04</u>)
A - 642d	= Espaçador	(<u>ES04</u>)
A - 642e	= Espaçador	(<u>ES05</u>)
A - 651a		
A - 651b	= Roda dentada - 16 dentes	(RD02)
A - 652a		
A - 652b	= Chaveta da roda dent.	(CH03)
A - 653a		
A - 653b	= Anel elástico da roda dentada	(AE01)
A - 661a		
A - 661b	= Engrenagem	(<u>EG01</u>)
A - 662a		
A - 662b	= Chaveta da engrenagem	(CH02)
A - 663a		
A - 663b	= Anel elástico da engrenagem	(AE01)

Sistema da Lâmina (L)

Blocos : 1 - Lâmina e reforço
2 - Estrutura de apoio e ajuste da lâmina

Partes : 11 - Lâmina e reforço
12 - Parafusos de fixação da lâmina

21 - Barra de suporte da lâmina
22 - Barra de ajuste da lâmina e parafusos de regulagem

Elementos:

L - 111	= Lâmina	(<u>LM01</u>)
L - 112	= Cantoneira de reforço	(<u>CT01</u>)
L - 121(a - d)	= Parafuso de fixação da lâmina	(PF05)
L - 122(a - d)	= Porca de fixação da lâmina	(PF05)
L - 123(a - d)	= Arruela de fixação da lâmina	(PF05)
L - 211a		
L - 211b	= Barras de suporte da lâmina	(<u>BR15</u>)
L - 221a		
L - 221b	= Barra de ajuste da lâmina	(<u>BR16</u>)
L - 222(a - d)	= Parafuso de regulag. da posição	(PF04)
L - 223(a - d)	= Porca de regulag. da posição	(PF04)
L - 224(a - d)	= Arruela de regulag. da posição	(PF04)

Sistema da Estrutura (E)

Blocos :

- 1 - Estrutura superior
- 2 - Estrutura lateral
- 3 - Rigidez entre placas

Partes :

- 11 - Conjunto do engate para o três-pontos
- 12 - Conjunto de apoio do eixo longitudinal
- 13 - Estrutura de rigidez superior

- 21 - Lateral direita
- 22 - Lateral esquerda

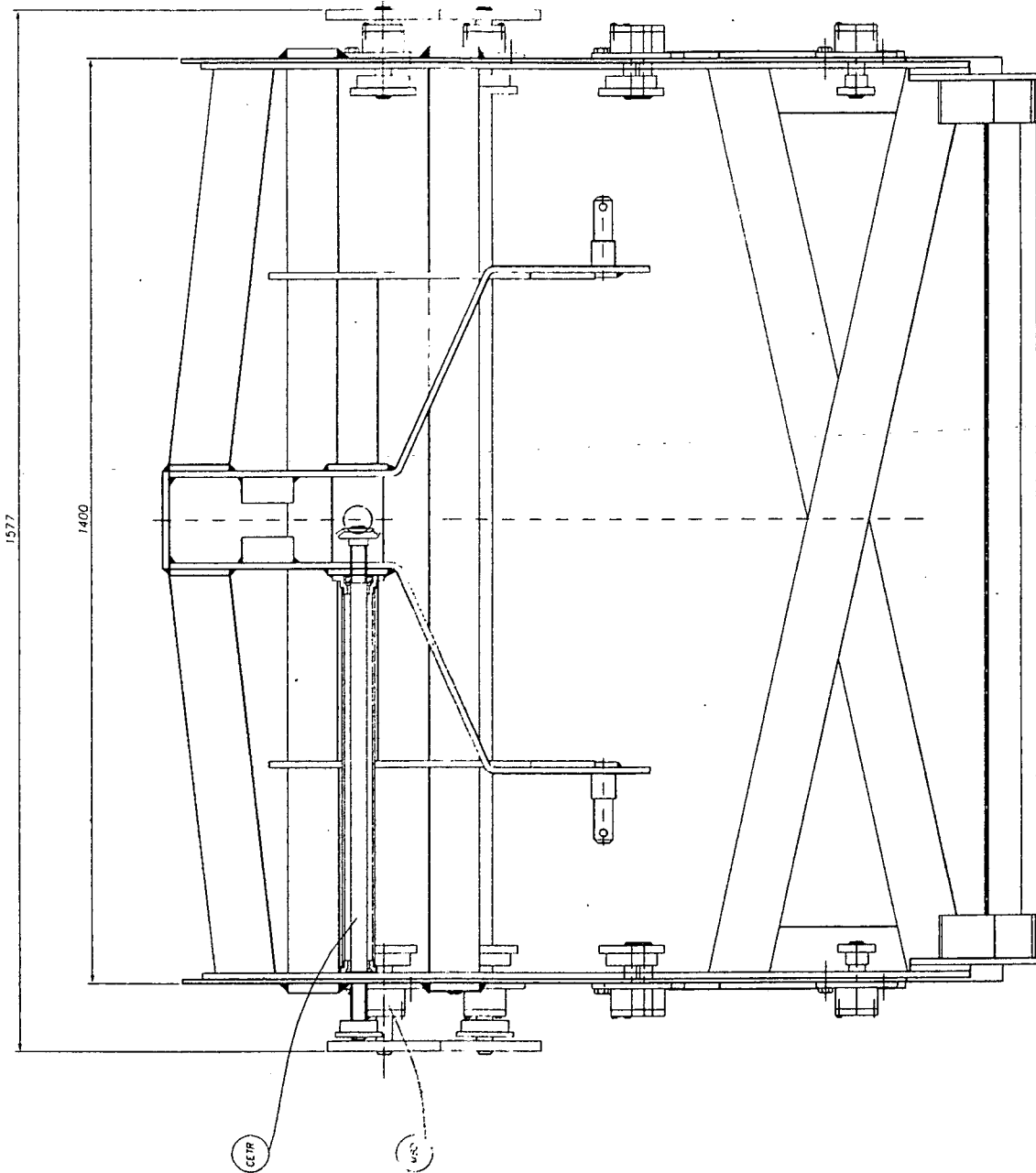
- 31 - "X" de rigidez torcional e tubo traseiro
- 32 - Barras dobradas superiores

Elementos :

E - 111a		
E - 111b	= Barra dobrada para o engate	(<u>BR04</u>)
E - 112	= Barra de ligação	(<u>BR05</u>)
E - 113a		
E - 113b	= "Bolachas" de fixação	(<u>BL02</u>)

E - 114a		
E - 114b	= Pinos de fixação ao trator	(<u>PN01</u>)
E - 115a		
E - 115b	= Pinos de segurança da fixação	(<u>PN02</u>)
E - 116	= Pino de fixação superior	(<u>PN03</u>)
E - 121a	= Barra longitudinal direita	(<u>BR01</u>)
E - 121b	= Barra longitudinal esquerda	(<u>BR02</u>)
E - 122a		
E - 122b	= Tubos de apoio do eixo	(<u>TS01</u>)
E - 123	= Tubo de apoio na estrutura	(<u>TS02</u>)
E - 131a		
E - 131b	= Barras longitudinais diagonais	(<u>BR07</u>)
E - 132a		
E - 132b	= Tubos transversais	(<u>TS04</u>)
E - 211	= Barra de fixação da lâmina	(<u>BR09</u>)
E - 212	= Barra diagonal traseira	(<u>BR13</u>)
E - 213	= Barra vertical	(<u>BR11</u>)
E - 214	= Barra diag. ligada ao tubo transversal	(<u>BR12</u>)
E - 215	= Barra ligada ao tubo transv. traseiro	(<u>BR10</u>)
E - 216	= Placa lateral direita	(<u>PL02</u>)
E - 221	= Barra de fixação da lâmina	(<u>BR09</u>)
E - 222	= Barra diagonal traseira	(<u>BR13</u>)
E - 223	= Barra vertical	(<u>BR11</u>)
E - 224	= Barra diag. ligada ao tubo transversal	(<u>BR12</u>)
E - 225	= Barra ligada ao tubo transv. traseiro	(<u>BR10</u>)
E - 226	= Placa lateral esquerda	(<u>PL03</u>)
E - 311a		
E - 311b	= Barra de composição do "X"	(<u>BR06</u>)
E - 312	= Tubo transversal de suporte	(<u>TS03</u>)
E - 321a		
E - 321b	= Barras dobradas superiores	(<u>BR08</u>)

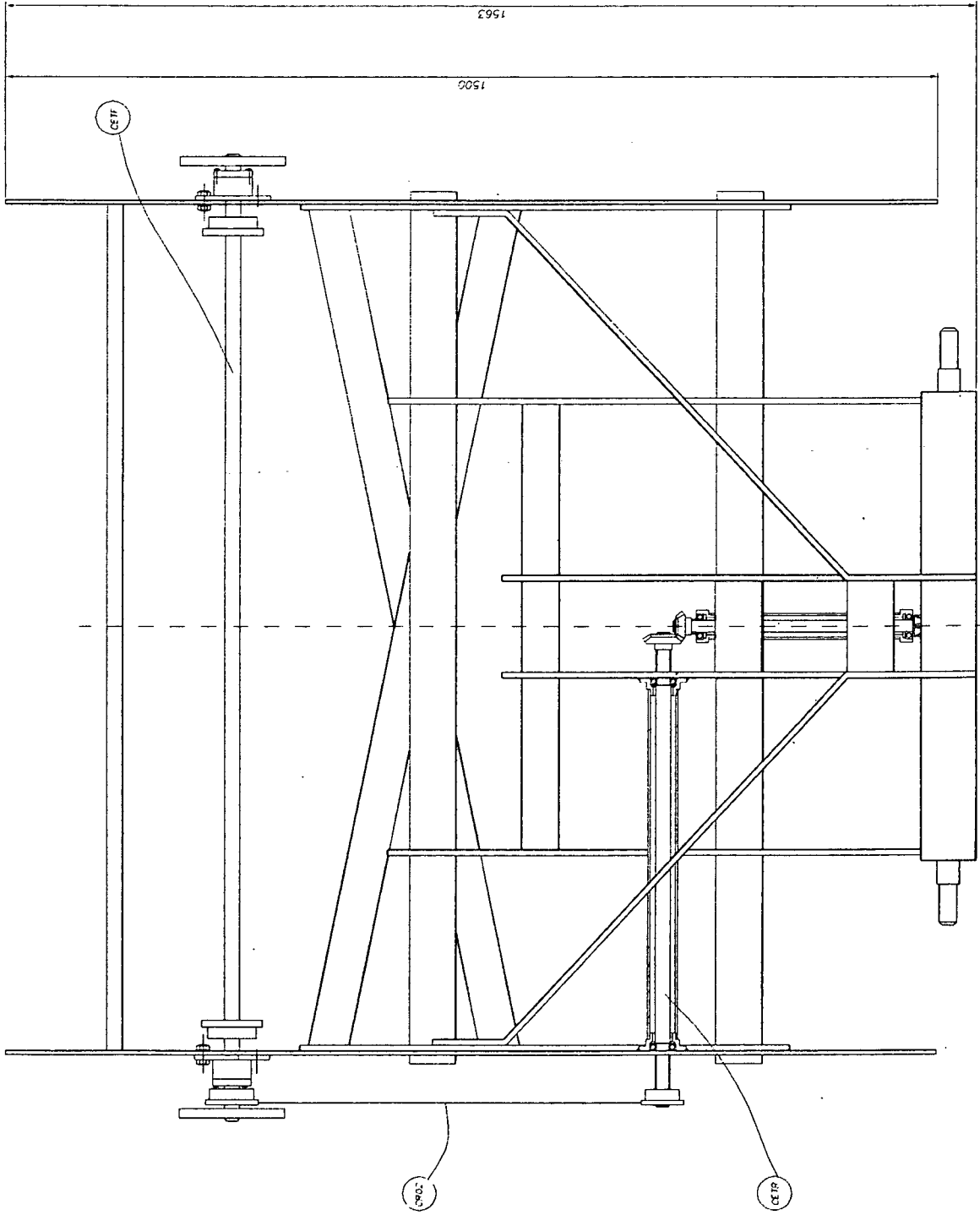
APÊNDICE 4



CETR	Conjunto do eixo transversal	1		VER FOLHA 12
MED	Marginal "B" do lado direito	1		VER FOLHA 13
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		Alumínio	DES N° 00
	LABORATORIO DE PROJETO		DATA 4/7/93	SUBS POR
			VISTO	EM SUBSE
			DATA	UNIDADE
			ESCALA	APROV.
			1/5	

LP

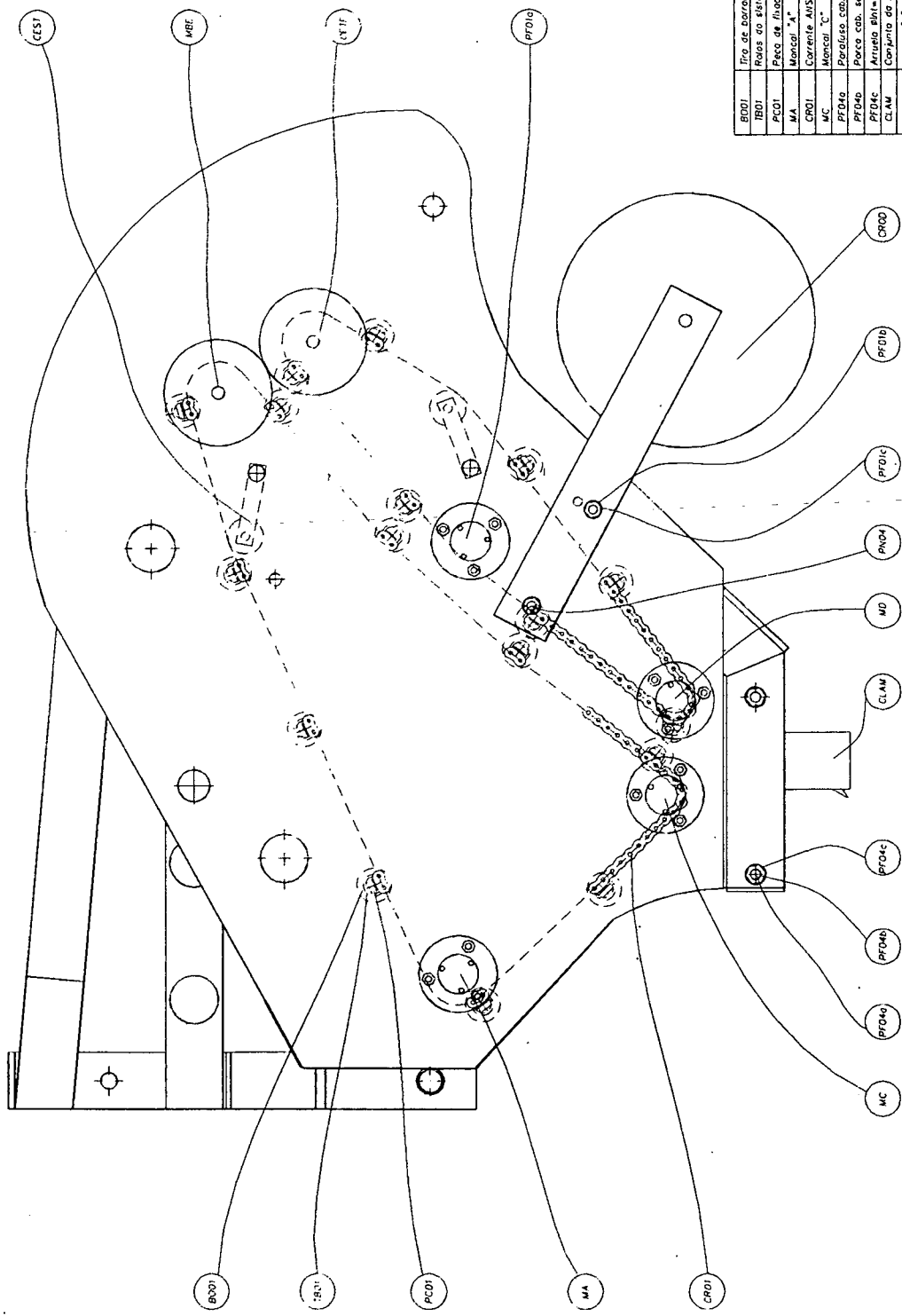
COLHEDOIRA DE ALHO
(1 CONJUNTO)



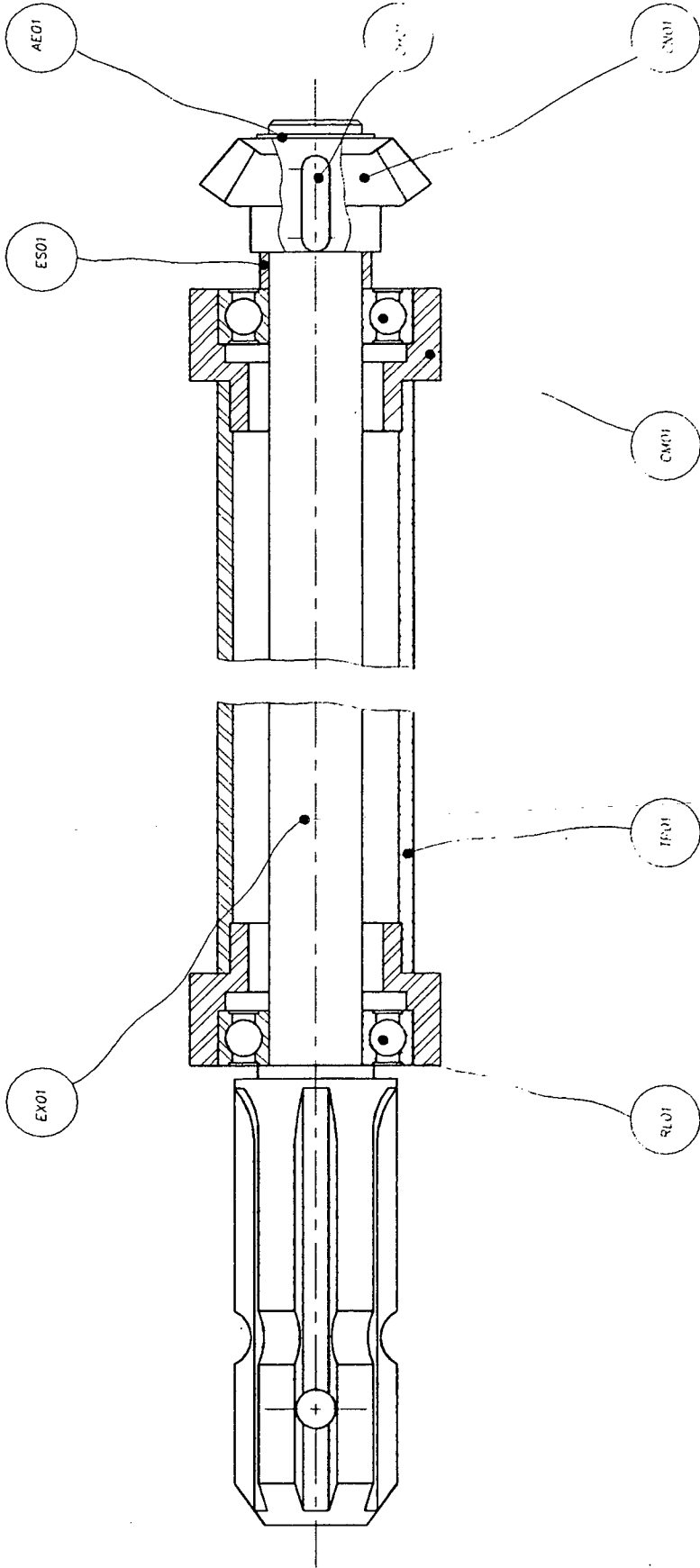
CR02	Carriete ANS40 "REXNORD"	1	Ct. Fabricante		VER FOLHA 12
CE1F	Conjunto do eixo Transversal	1			VER FOLHA 11
CE2F	Conjunto do eixo de Transferência	1			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		Alumínio	DES. N° 01	
	LABORATORIO DE PROJETO		DATA 4/12/91	SUBS.POR	
			USO	EM SUES DE	mm
			DATA	UNIDADE	
			ESCALA	APROV.	
			1/5		

LP

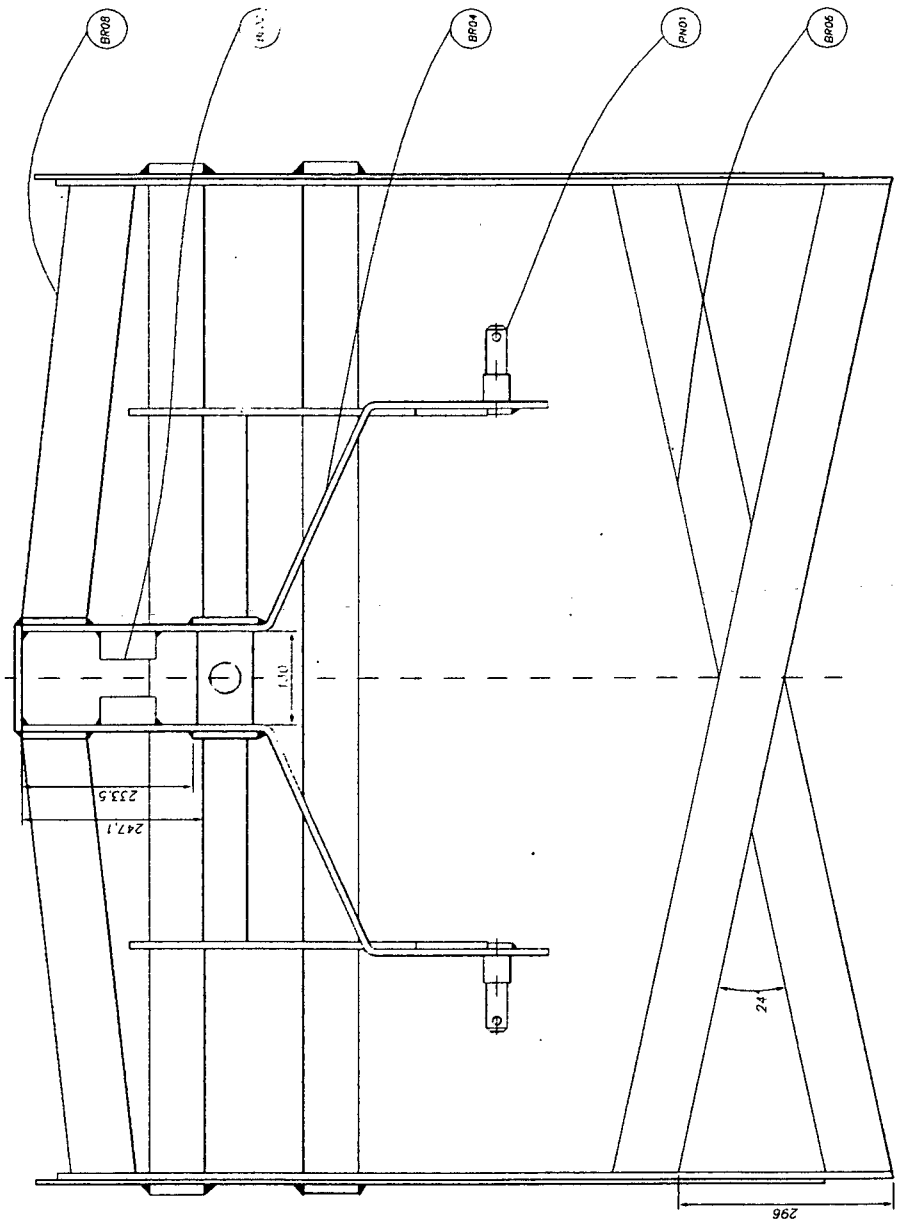
COLHEDORA DE ALHO
(1 CONJUNTO)



PEÇA	DE NOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
B001	Tiro de barração Escova = 10,12	17	Cl. Fabricante	
B002	Roos do sistema de aranc. e tempo.	17	Aço ABNT1020	VER FOLHA 37
B003	Peça de ligação dos roos e suporte	34	Aço ABNT1020	VER FOLHA 37
MA	Mancal "A"	2		VER FOLHA 15
B004	Carrente AVS60 (p=19,05) "REINORD"	4	Cl. Fabricante	
MC	Mancal "C"	2		VER FOLHA 16
PFO4a	Parafuso cab. sexl. M16x40	4	Aço ABNT1020	
PFO4b	Parca cab. sexl. M16	4	Aço ABNT1020	
PFO4c	Arruela #m=16	4	Aço ABNT1020	
CLAM	Conjunto da lâmina	1	Aço ABNT1020	
MD	Mancal "D"	2		VER FOLHA 09
PNQ4	Pino de articulação da roca	2	Aço ABNT1020	VER FOLHA 16
PFO1c	Parca cab. sexl. M14	4	Aço ABNT1020	VER FOLHA 30
PFO1b	Parca cab. sexl. M14	4	Aço ABNT1020	
CR00	Conjunto do rodado	2		VER FOLHA 10
PFO1a	Parafuso cab. sexl. M14x40	2	Aço ABNT1020	
CE17	Conjunto do eixo de transferência	1		VER FOLHA 11
MBC	Mancal "B" do lado esquerda	1		VER FOLHA 14
CEST	Conjunto do esticador	1		VER FOLHA 17
PEÇA	DE NOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO				
LP COLHEDORA DE ALHO (1 CONJUNTO)				
NOME		LABELO	OBSERVAÇÃO	
DATA		4/12/93	SUBSCOR	
VISTO			EM SUGS.01	
DATA			UNIDADE	
ESCALA		1/5	APROV	



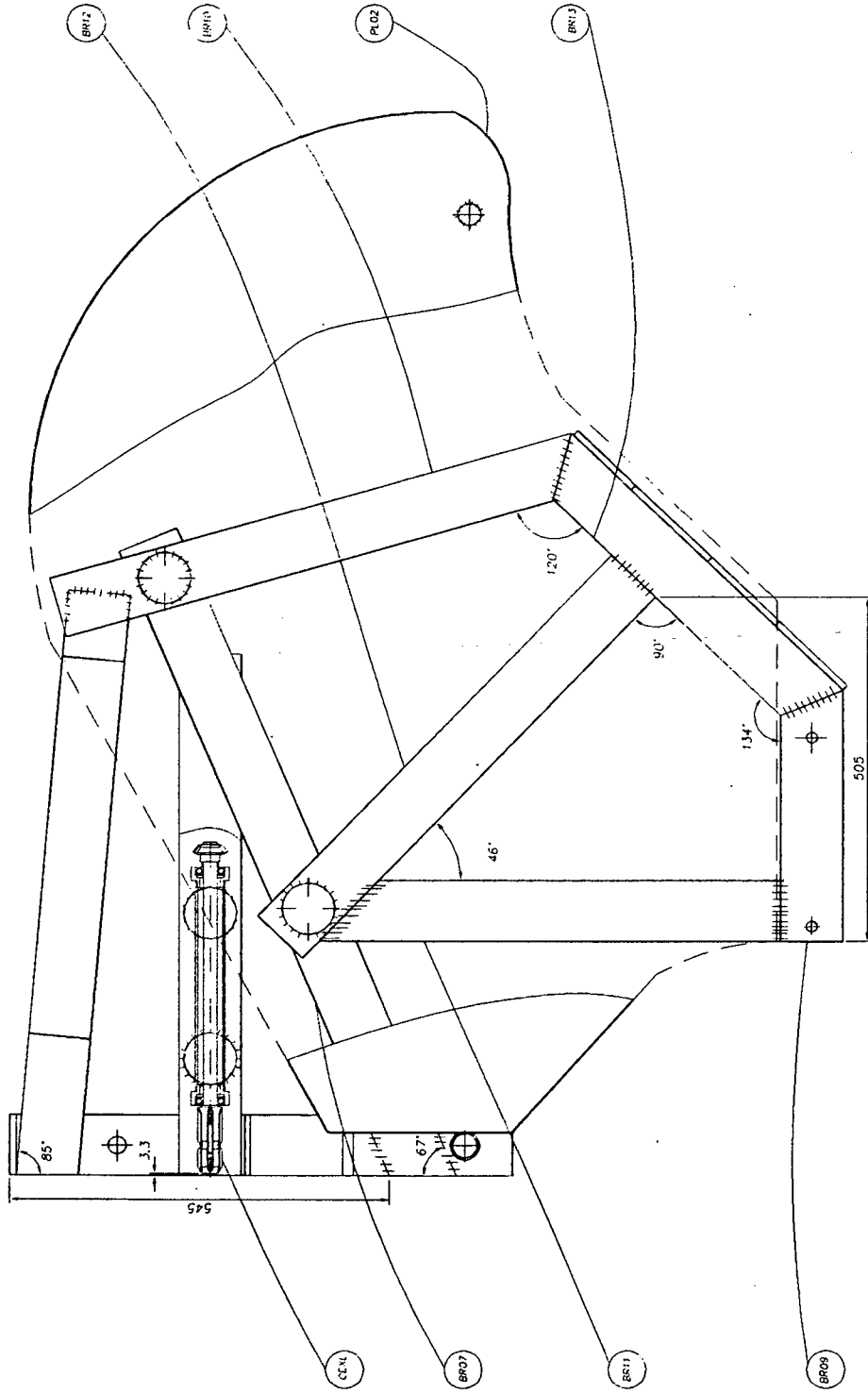
RL01	Relamento SKF 6004-2z	02	Cf. fabricante		
TP01	Tubo de protecao	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 26	
CM01	Caixa da mancal	02	Aco ABNT1020	VER FOLHA 27	
CND01	Engrenagem conica (pinhao) (Z=15) (m=3)	01	Cf. fabricante	VER FOLHA 27	
CH01	Chaveta plana 6x6x15	01	Aco ABNT1020		
AE01	Anel elastico tipo "SEGER" peixo=20	01	Cf. fabricante	501.020	
ES01	Anel espaçador	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 27	
EX01	Eixo	01	Aco ABNT1045	VER FOLHA 26	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC			RENATO	DES. N°	05
ENGENHARIA MECÂNICA			DATA	18/10/93	SUBS. POR
LABORATORIO DE PROJETO			VISTO		EM SUBS. DE
			DATA		UNIDADE
			ESCALA		mm
			APROV.		1:1
LP			COLHEDORA DE ALHO (1 CONJUNTO)		



BR06	Barra de rigidez entre placas	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 24	
PNO1	Pinos de fixação ao trator	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 19	
BR04	Barra abobadada para o engate	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 18	
BR02	Especacores fixos	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 16	
BR05	Barra abobadada superiores	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 23	
PEÇA	DE NOMINAÇÃO	QUANT	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO					
NOME		Juliano		DES N°	06
DATA		4/12/93		SUBS POR	
MSTO				EM SUBS DE	
DATA				UNIDADE	
ESCALA		APROV.		mm	
1/5					

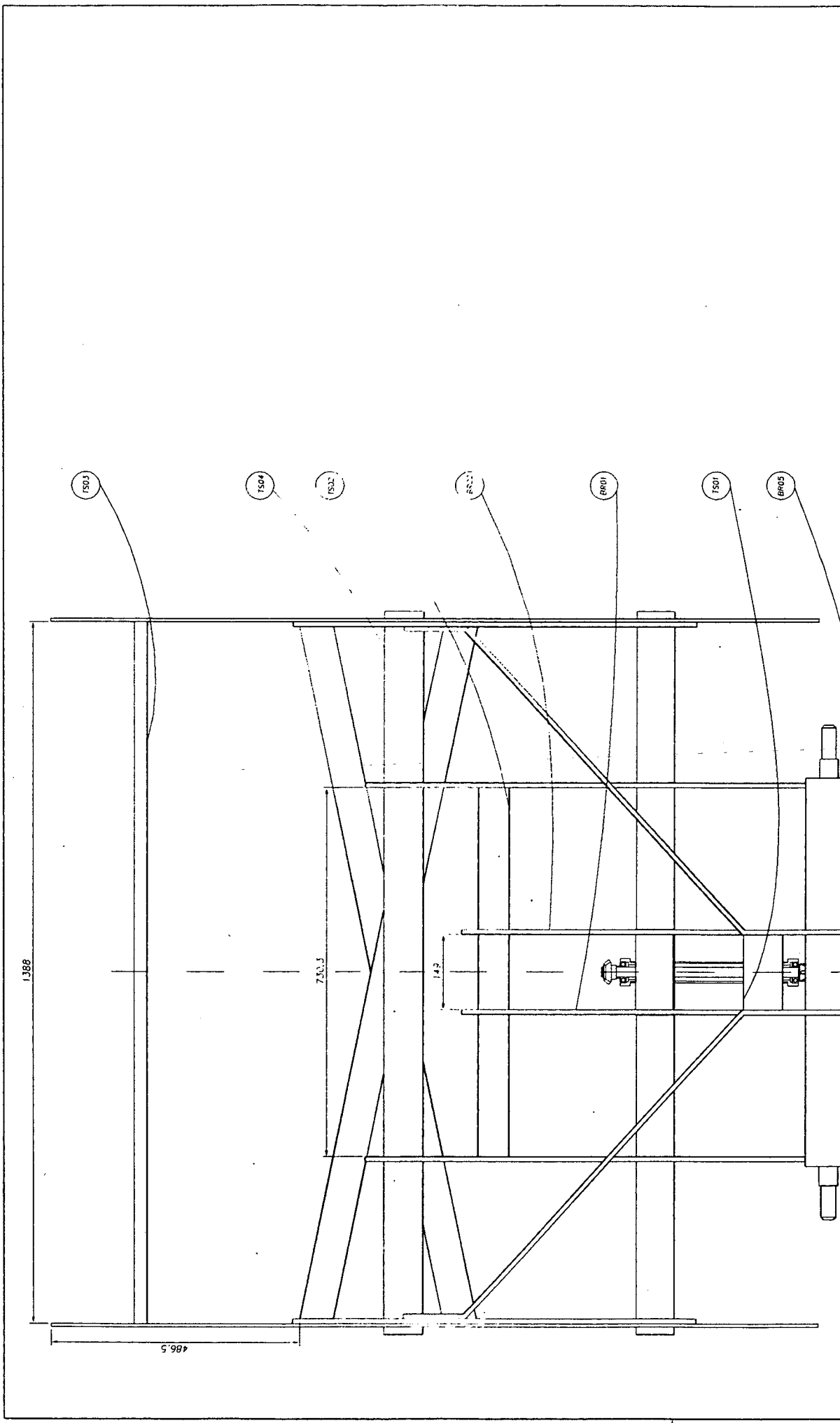


COLHEDORA DE ALHO
(1 CONJUNTO)



OBS: DEVE-SE INICIAR A MONTAGEM DA ESTRUTURA PELO CONJUNTO DO EIXO LONGITUDINAL.

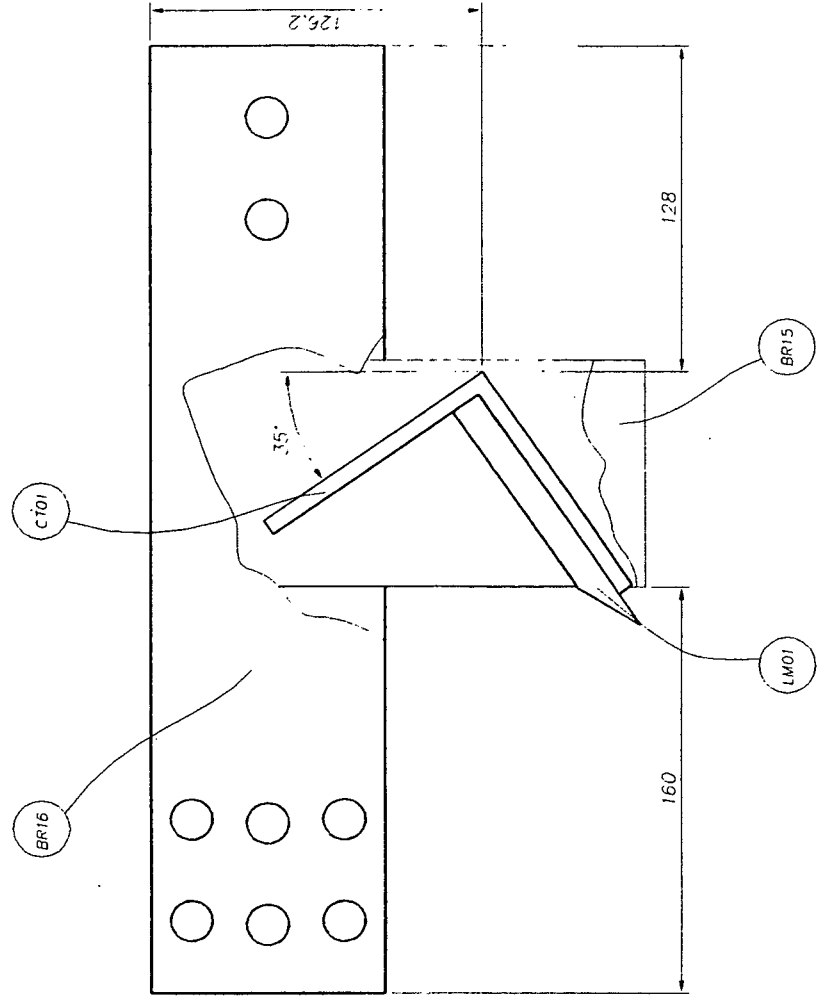
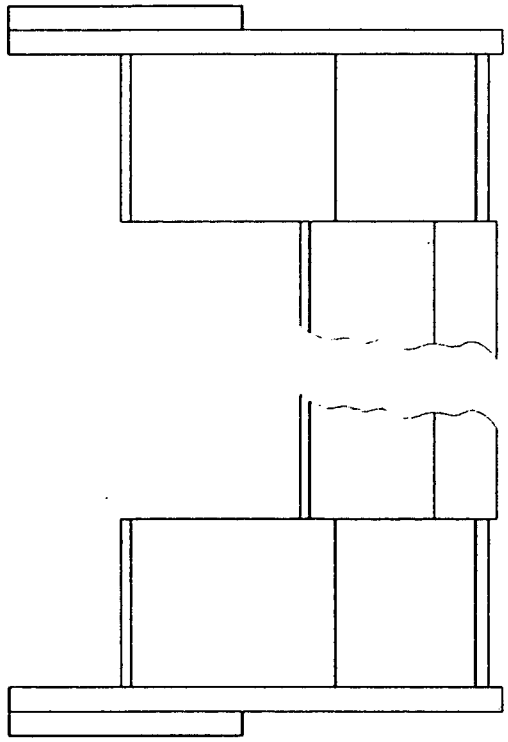
CERL	Conjunto do eixo longitudinal	Q1	Aço ABNT1020	VER FOLHA 05
BR07	Barra longitudinal diagonal	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 21
BR11	Barra vertical	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 22
BR09	Barra de fixação do laminio	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 22
BR13	Barra diagonal traseira	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 23
PL02	Placa lateral	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 21
BR10	Barra de fixação ao tubo transv. traseiro	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 22
BR12	Barra diagonal de fixação ao tubo transv.	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 22
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	DES N°
	LABORATORIO DE PROJETO		DATA	4/12/93
	COLHEDORA DE ALHO		VISTO	EM SUBS DE
	(1 CONJUNTO)		DATA	UNIDADE
			ESCALA	mm
			1/5	APROV.



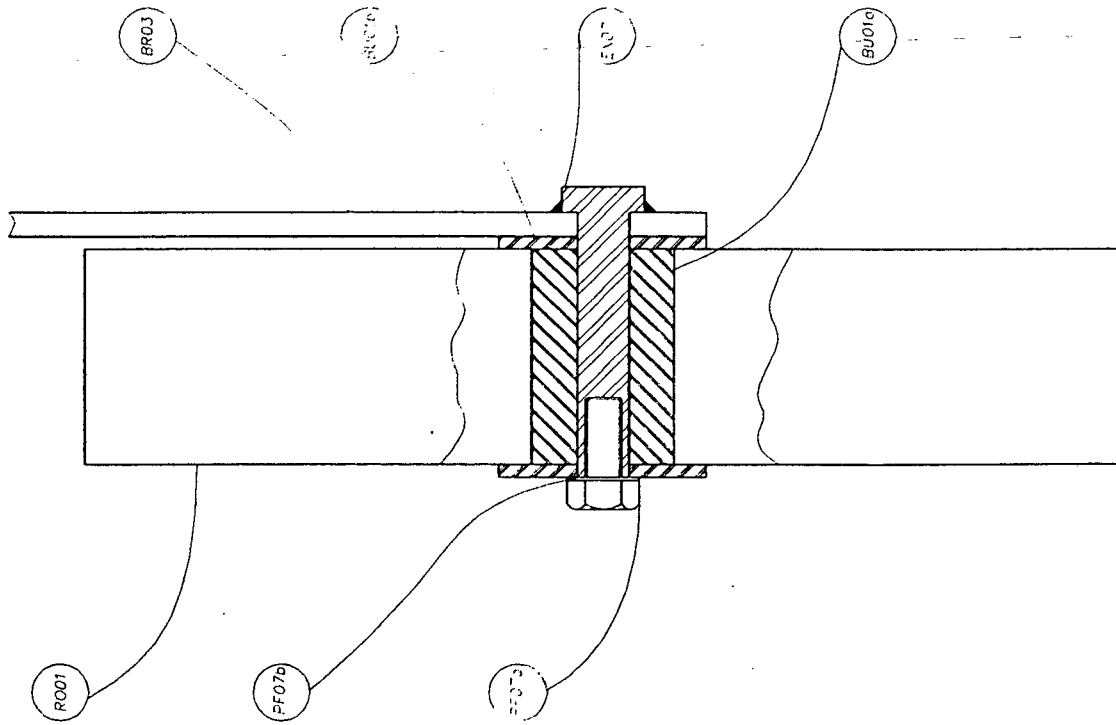
BR05	Barro de lixoteço	01	Aço ABNT1020	VER FOLHA 18
TS01	Tubo de apoio do eixo	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 21
BR01	Barra longitudinal direita	01	Aço ABNT1020	VER FOLHA 20
BR02	Barra longitudinal esquerda	01	Aço ABNT1020	VER FOLHA 20
TS02	Tubo de apoio na estrutura	01	Aço ABNT1020	VER FOLHA 20
TS04	Tubo transversal principal	02	Aço ABNT1020	VER FOLHA 21
TS03	Tubo transversal de suporte	01	Aço ABNT1020	VER FOLHA 24
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA			
	LABORATÓRIO DE PROJETO			
	NOME	Juliano	DES N°	08
	DATA	4/12/83	SUBS.FOR	
	DATA		EM SUBS.DE	
	ESCALA	1/2	UNIDADE	mm
			APROV.	

COLHEDEIRA DE ALMO
(1 CONJUNTO)

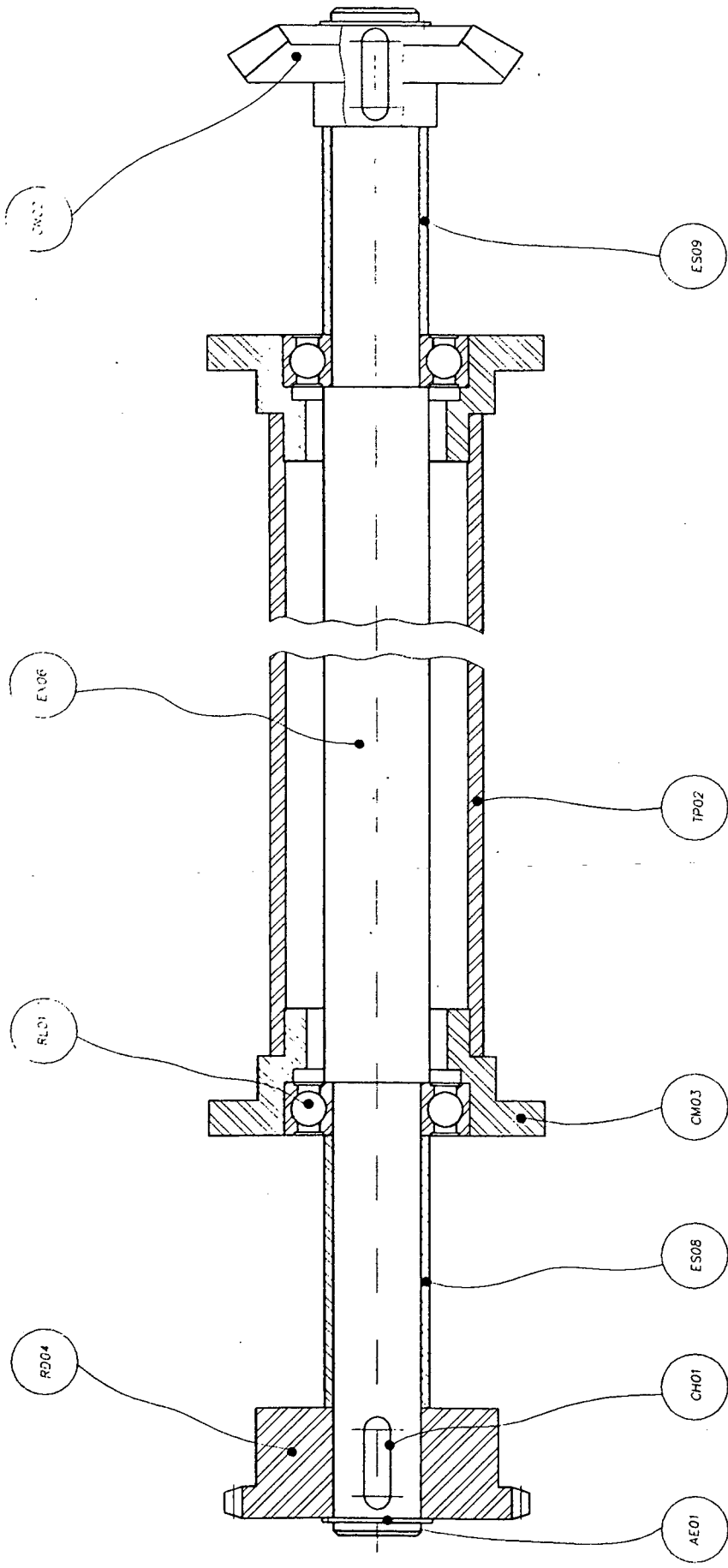




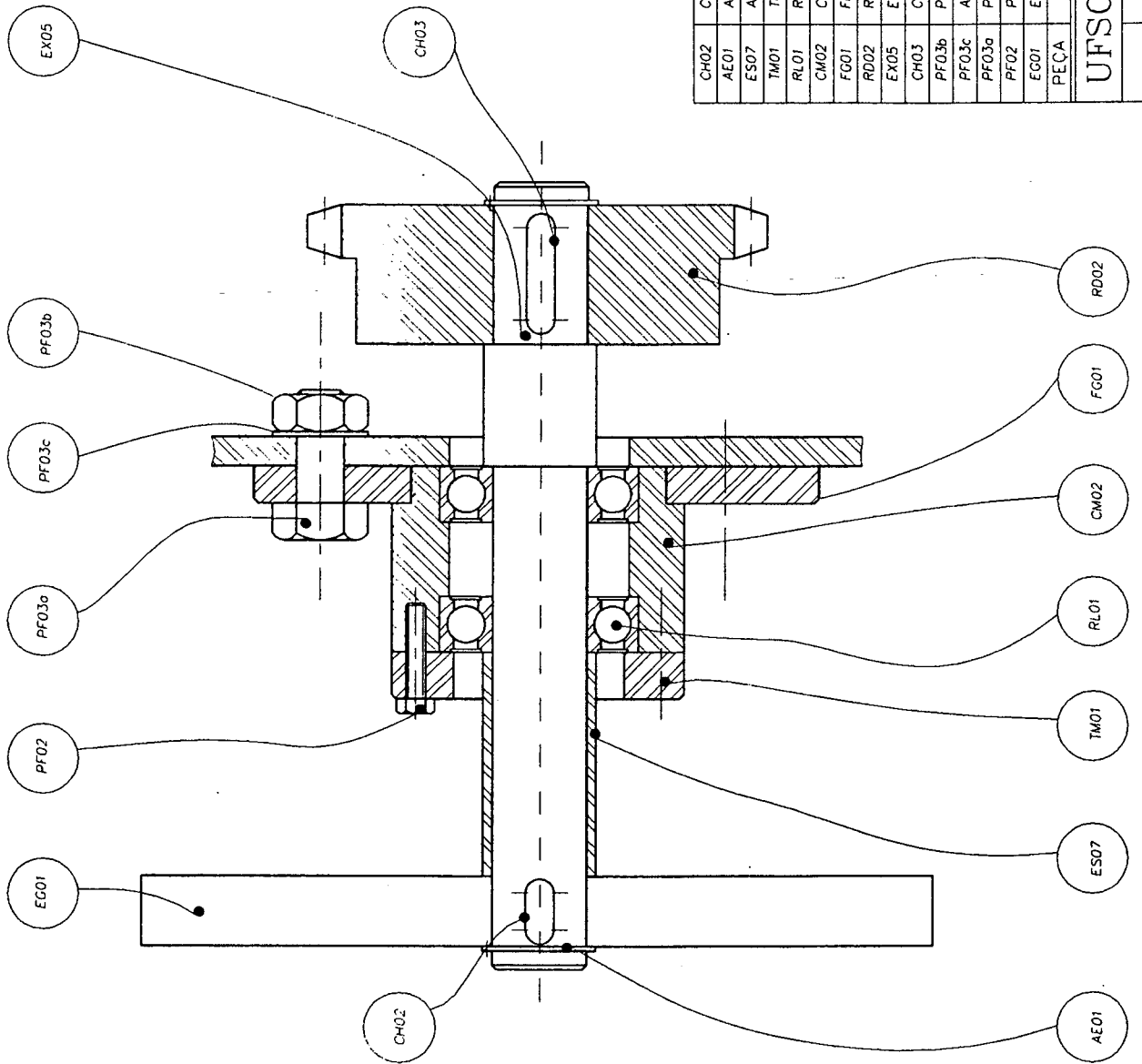
LM01	Lamina	01	Cf. fabricante	VER FOLHA 28
BR15	Barra de suporte da lamina	02	Aco ABNT1020	VER FOLHA 28
CT01	Cantoneira de reforço	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 29
BR16	Barra de ajuste da lamina	02	Aco ABNT1020	VER FOLHA 29
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC		ENGENHARIA MECÂNICA		
LABORATORIO DE PROJETO		NOME Juliano		
		DES N° 09		
		DATA 4/12/93		
		SUBS.POR		
		VISTO		
		EM SUBS.DE		
		UNIDADE		
		APROV. mm		
		ESCALA 1/2		
LP		COLHEDORA DE ALHO		
		(1 CONJUNTO)		



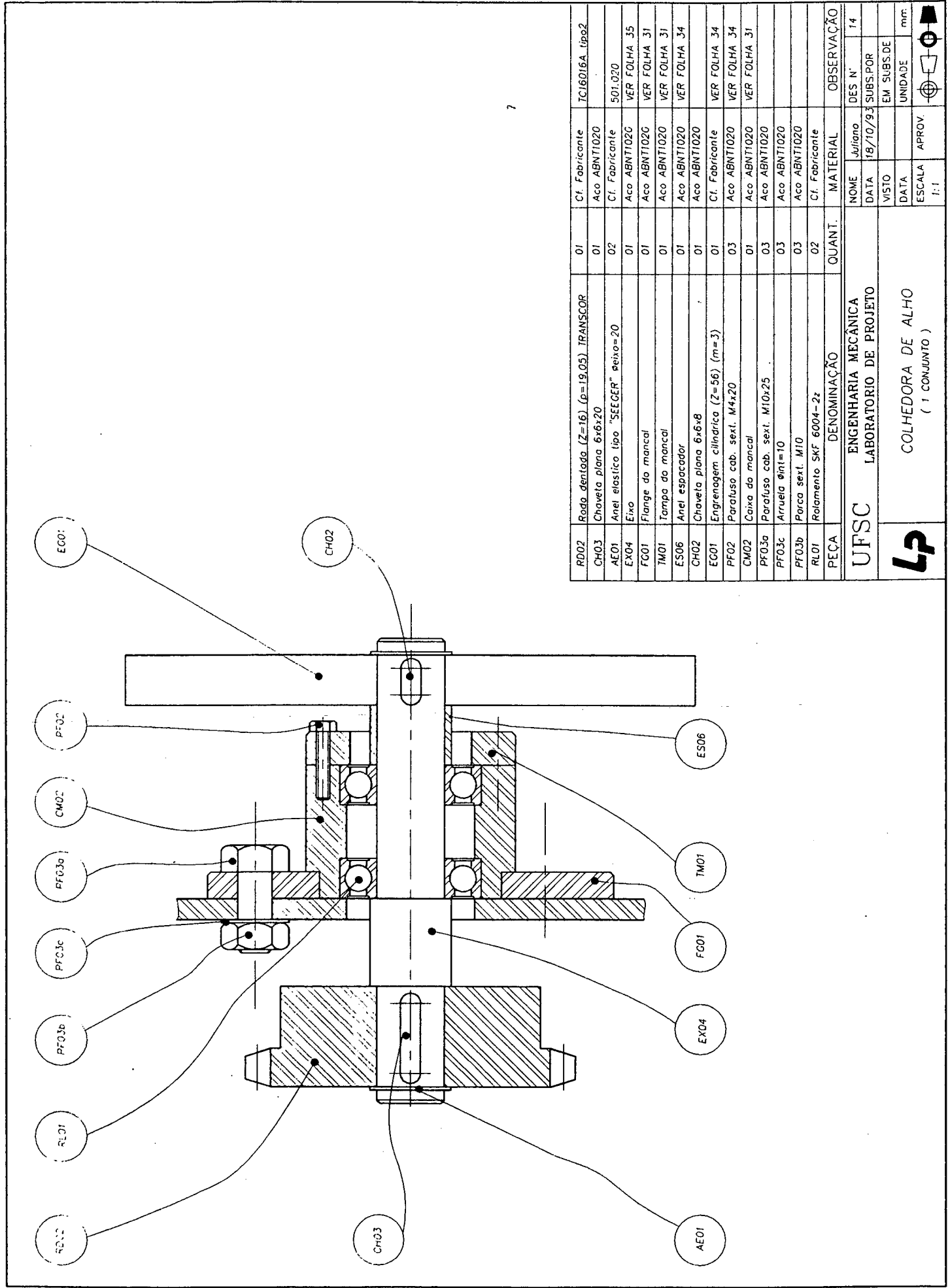
PF07b	Arreola $\phi_{int}=14$	01	Aco ABNT1020		
PF07a	Parafuso M14x30	01	Aco ABNT1020		
BU01a	Bucha da roda	01	Nylon	VER FOLHA 30	
EV07	Eixo fixo da roda	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 30	
BU01b	Espacador	02	Nylon	VER FOLHA 30	
BR03	Barra de suporte da roda	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 30	
R001	Roda $\phi 400$ largura = 84 ecentral=55	01	Cf. fabricante	Rodabras Rb2126	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO					
		NOME	Juliano	DES N°	10
		DATA	2/12/93	SUBS.POR	
		VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA		UNIDADE	mm
		ESCALA	1/2	AFRCY	
LP COLHEDORA DE ALHO (2 conjuntos)					



AE01	Anel elastico tipo "SEECER" ϕ ixo=20	02	Cf. Fabricante	501.020
CH01	Chaveta plana 6x6x15	02	Aco ABNT1020	
ES08	Anel espaçador	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 34
CM03	Caixa do mancal	02	Aco ABNT1020	VER FOLHA 38
TP02	Tubo de protecao do eixo	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 38
ES09	Anel espaçador	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 34
CM02	Engrenagem Conica (carro) (Z=21) (m=3)	01	Cf. Fabricante	VER FOLHA 38
EX06	Eixo transversal	01	Aco ABNT1045	VER FOLHA 39
RL01	Relemento SKF 6004-2Z	02	Cf. Fabricante	
RD04	Roda dentada (Z=17) (p=12,70) TRANSCOR	01	Cf. Fabricante	TC14017A tipo2
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC		ENGENHARIA MECÂNICA		
LABORATORIO DE PROJETO		COLHEDORA DE ALHO		
LP		(1 CONJUNTO)		
NOME	Renato	DES. N°	12	
DATA	02/12/93	SUBS.POR		
VISTO		EM SUBS.DE		
DATA		UNIDADE	mm	
ESCALA	1:1	APROV.		



CH02	Chaveta plana 6x6x8	01	Aco ABNT1020	501.020
AE01	Anel elastico tipo "SEGER" øixo=20	02	Cf. fabricante	VER FOLHA 34
ES07	Anel espaçador	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 31
TM01	Tampa da caixa do mancal	01	Aco ABNT1020	
RL01	Rolamento SKF 6004-2z	02	Cf. fabricante	
CM02	Caixa do mancal	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 31
FC01	Flange do Mancal	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 31
RD02	Roda dentada (Z=16) (m=19,05) "TRANSCOR"	01	Aco ABNT1020	TC16016A tipo2
EX05	Eixo	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 36
CH03	Chaveta plana 6x6x20	01	Aco ABNT1020	
PF03b	Porca cab. sext. M10	03	Aco ABNT1020	
PF03c	Arruela øint=10	03	Aco ABNT1020	
PF03a	Parafuso cab. sext. M10x25	03	Aco ABNT1020	
PF02	Parafuso cab. sext. M4x20	03	Aco ABNT1020	
EC01	Engrenagem cilíndrica (Z=56) (m=3)	01	Cf. fabricante	VER FOLHA 34
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO				
NOME		DES N°		
DATA		SUBS.POR		
VISTO		EM SUBS.DE		
DATA		UNIDADE		mm
ESCALA		APROV.		
1:1				
LP COLHEDORA DE ALHO (1 CONJUNTO)				



PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
RD02	Roda dentada (Z=16) (p=19,05) TRANSCOR	01	Cf. Fabricante	TC16D16A tipo2
CH03	Chaveta plana 6x6x20	01	Aco ABNT1020	
AE01	Anel elástico tipo "SEECER" eixo=20	02	Cf. Fabricante	501.020
EX04	Eixo	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 35
FC01	Flange do mancal	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 31
TM01	Tampa do mancal	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 31
ES06	Anel espaçador	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 34
CH02	Chaveta plana 6x6x8	01	Aco ABNT1020	
EG01	Engrenagem cilíndrica (Z=56) (m=3)	01	Cf. Fabricante	VER FOLHA 34
PF02	Parafuso cab. sext. M4x20	03	Aco ABNT1020	VER FOLHA 34
CM02	Caixa do mancal	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 31
PF03a	Parafuso cab. sext. M10x25	03	Aco ABNT1020	
PF03c	Arruela $\phi_{int}=10$	03	Aco ABNT1020	
PF03b	Porca sext. M10	03	Aco ABNT1020	
RL01	Rolamento SKF 6004-2z	02	Cf. Fabricante	
MATERIAL		QUANT.	OBSERVAÇÃO	
NOME		Juliano	DES N°	14
DATA		18/10/93	SUBS.POR	
VISTO			EM SUBS.DE	
DATA			UNIDADE	mm:
ESCALA			APROV.	
1:1				

UFSC
 ENGENHARIA MECÂNICA
 LABORATORIO DE PROJETO

COLHEDORA DE ALHO
 (1 CONJUNTO)



PF02

CM02

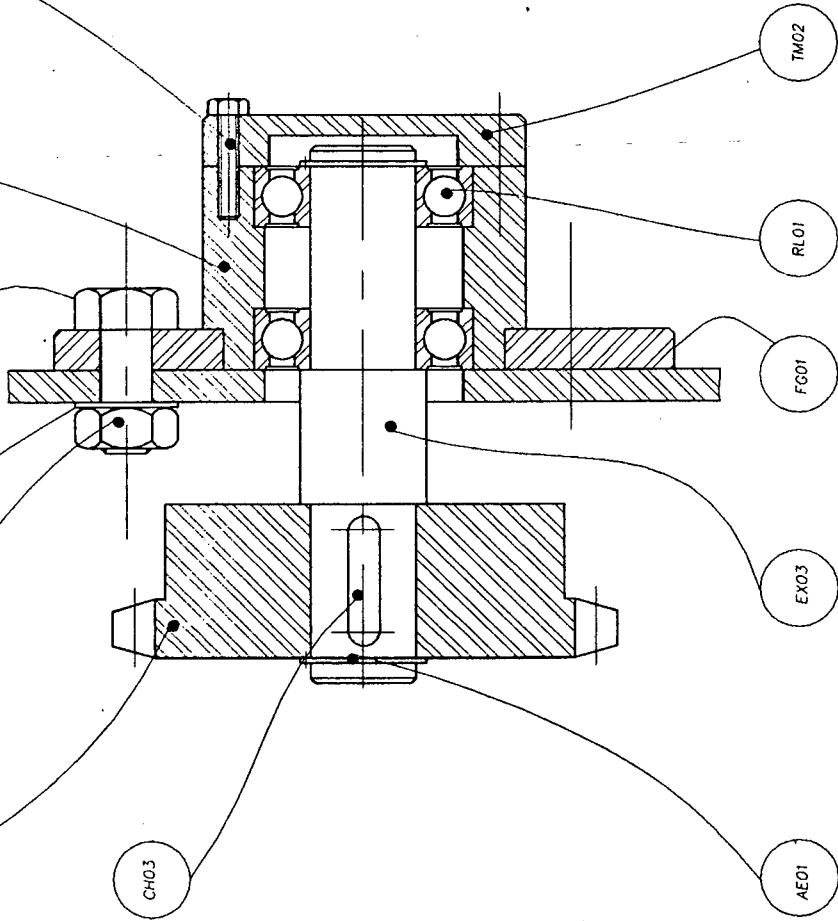
PF03a

PF03c

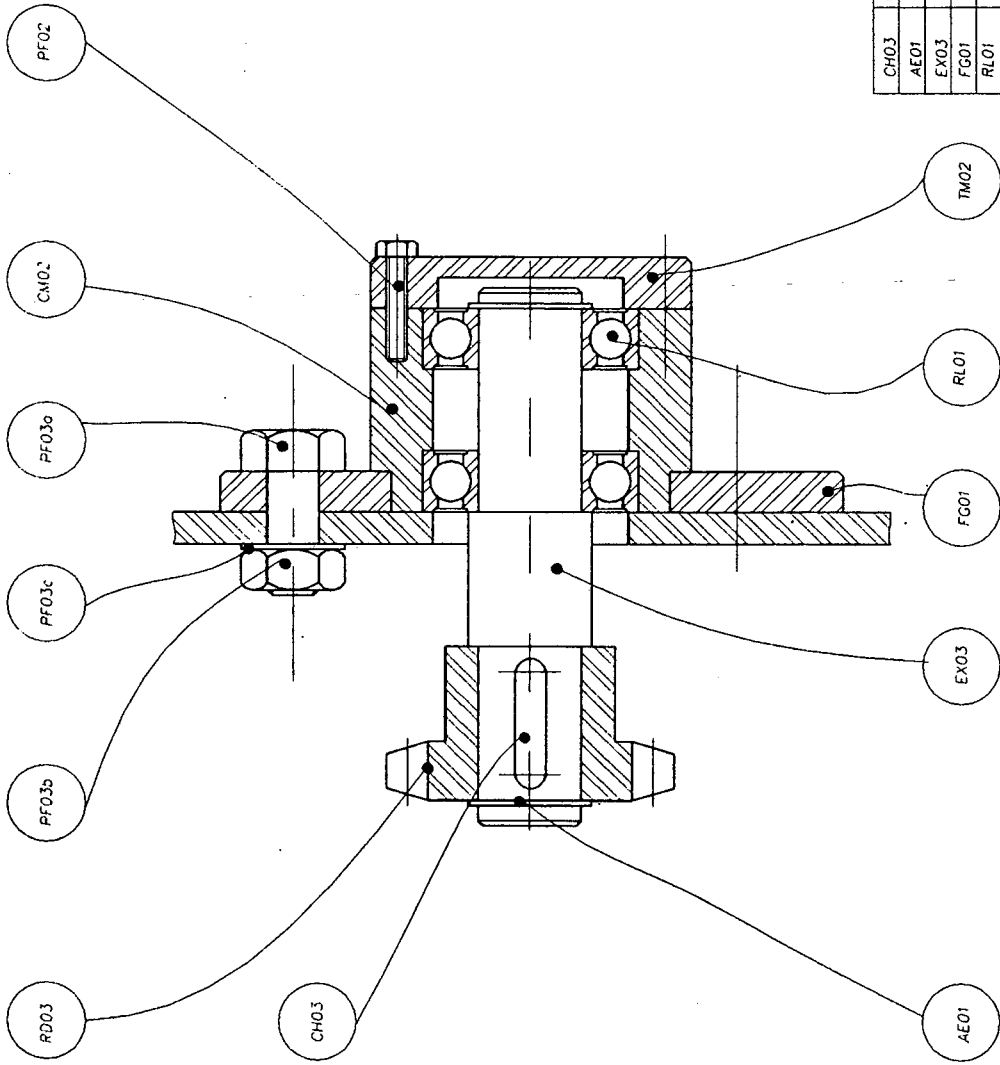
PF03b

RD02

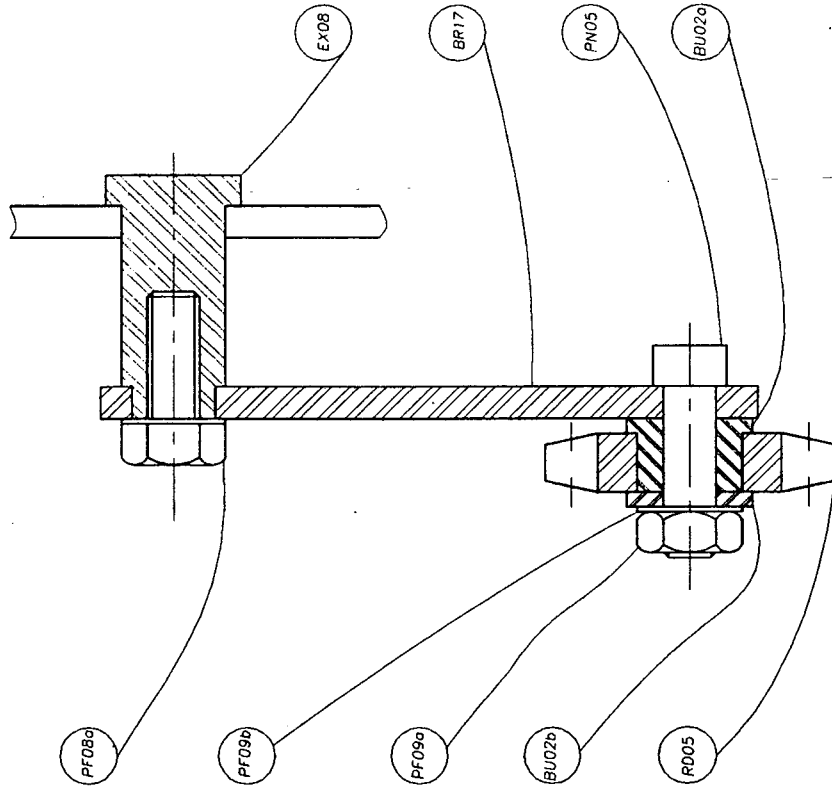
CH03



CH03	Chaveta plana 6x6x20	01	Aco ABNT1020		
AE01	Anel elastico tipo "SEEGER" ϕ eixo=20	02	Cf. Fabricante	501.020	
EX03	Eixo	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 35	
FC01	Flange do mancal	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 31	
RL01	Rolamento SKF 6004-2Z	02	Cf. Fabricante		
TM02	Tampa do mancal	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 32	
PF02	Parafuso cab. sext. M4x20	03	Aco ABNT1020		
CM02	Caixa do mancal	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 31	
PF03a	Parafuso cab. sext. M10x25	03	Aco ABNT1020		
PF03c	Arruela ϕ int=10	03	Aco ABNT1020		
PF03b	Porca cab. sext. M10	03	Aco ABNT1020		
RD02	Roda dentada (Z=16) ($\rho=19,05$) "TRANSCOR"	01	Cf. Fabricante	RD16016A tipo2	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC			ENGENHARIA MECÂNICA		
LABORATORIO DE PROJETO			NOME Juliano		
			DATA 14/10/93	DES N° 15	
			VISTO	SUBS.POR	
			DATA	EM SUBS.DE	
			ESCALA 1:1	UNIDADE mm	
			APROV.		
LP			COLHEDORA DE ALHO		
			(2 CONJUNTOS)		



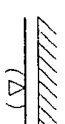
CH03	Chaveta plana 6x6x20	01	Aço ABNT1020
AE01	Anel elástico tipo "SEEGER" ϕ eixo=20	02	Cf. Fabricante 501.020
EX03	Eixo	01	Aço ABNT1020 VER FOLHA 35
FG01	Flange do mancal	01	Aço ABNT1020 VER FOLHA 31
RL01	Relamento SKF 6004-ZZ	02	Cf. Fabricante
TM02	Tampa do mancal	01	Aço ABNT1020 VER FOLHA 32
PF02	Parafuso cab. sext. M4x20	03	Aço ABNT1020
CM02	Coixa do mancal	01	Aço ABNT1020 VER FOLHA 31
PF03a	Parafuso cab. sext. M10x25	03	Aço ABNT1020
PF03c	Arruela ϕ int=10	03	Aço ABNT1020
PF03b	Porca cab. sext. M10	03	Aço ABNT1020
RD03	Roda Dentada (Z=9) ($\rho=19,05$) "TRANSCOR"	01	Cf. Fabricante RD16009A tipo2
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO		NOME Renato	DES N° 16
		DATA 14/10/93	SUBS.POR
		VISTO	EM SUBS.DE
		DATA	UNIDADE mm
		ESCALA 1:1	APROV.
		COLHEDORA DE ALHO (6 conjuntos)	



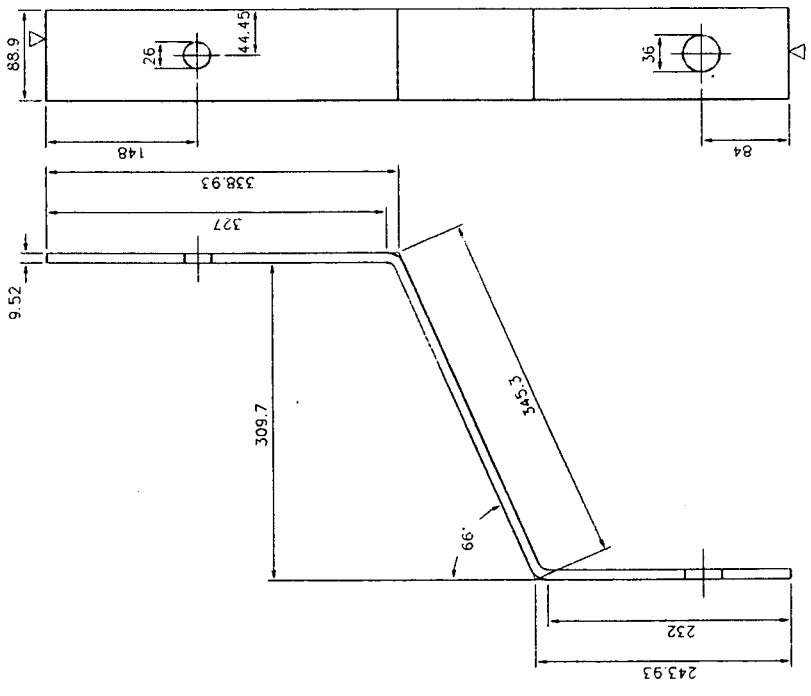
PF08a	Parafuso cab. sext. M10x25	01	Aco ABNT1020		
PF09b	Arruela $\phi_{int}=10$	02	Aco ABNT1020		
PF09a	Porco cab. sext. M10	01	Aco ABNT1020		
BU02b	Anel espaçador do esticador	01	Nylon	VER FOLHA 40	
RD05	Roda dentada (Z=9) ($p=19,05$) "TRANSCOR"	01	Ci. fabricante	TC16009A, tipo1	
BU02a	Bucha do esticador	01	Nylon	VER FOLHA 40	
PN05	Pino do esticador	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 40	
BR17	Barra do esticador	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 40	
EX08	Eixo fixo do esticador	01	Aco ABNT1020	VER FOLHA 39	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO					
		NOME	Juliano	DES N°	17
		DATA	4/12/93	SUBS.POR	
		VISTO		EM	SUBS.DE
		DATA		UNIDADE	mm
		ESCALA	1/1	APROV.	
LP COLHEDORA DE ALHO (5 CONJUNTOS)					

APÊNDICE 5

BR04



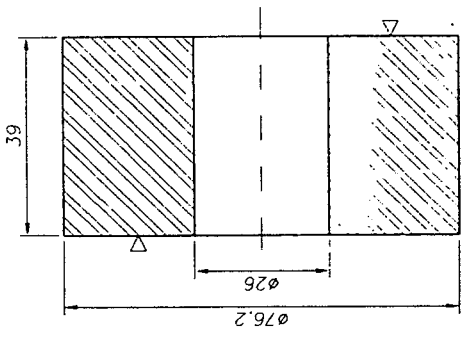
QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°
Esc.: 1/5



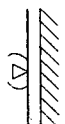
BL02



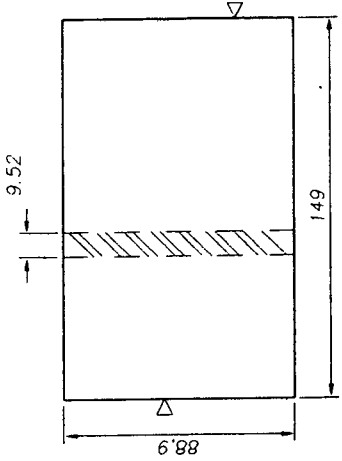
QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°
Esc.: 1/1



BR05

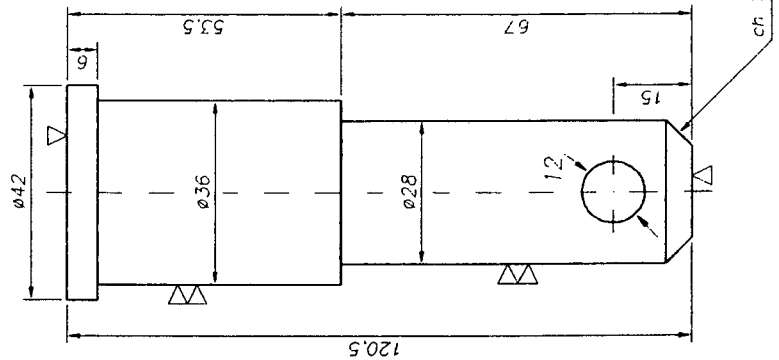
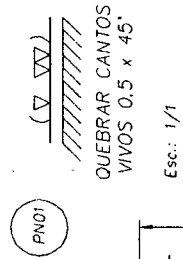
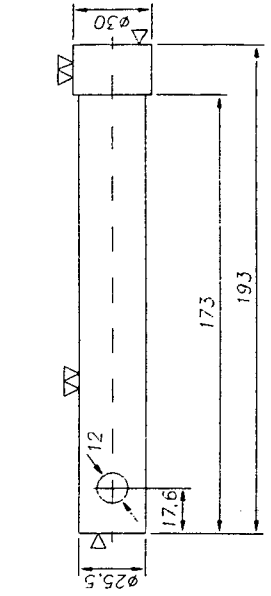
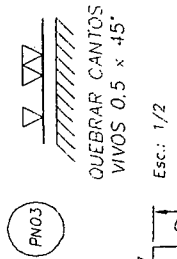
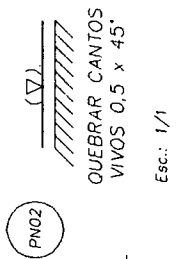



QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°
Esc.: 1/2

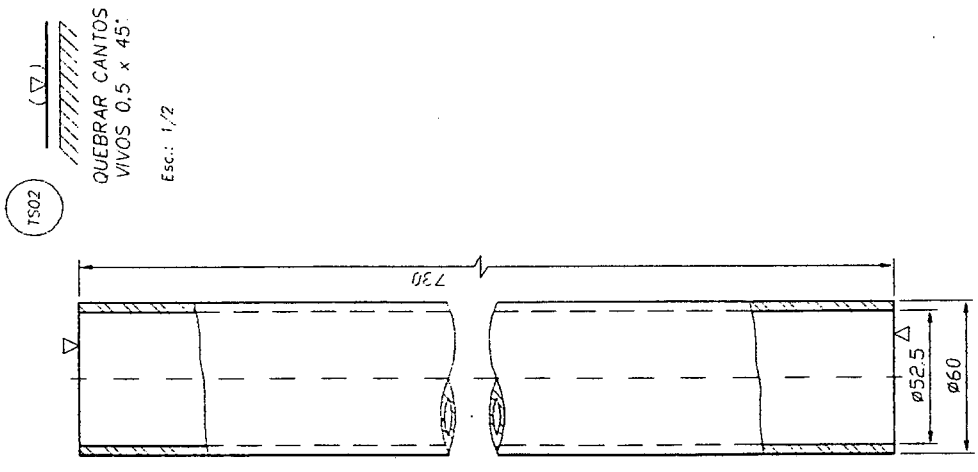
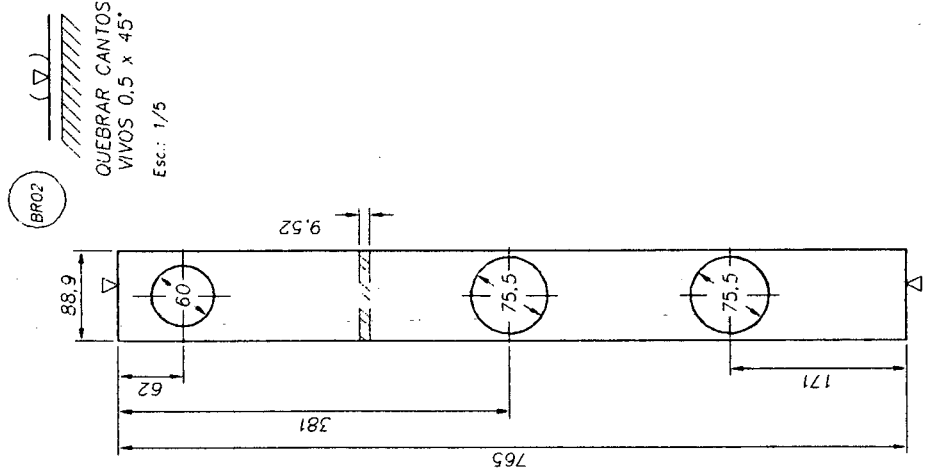
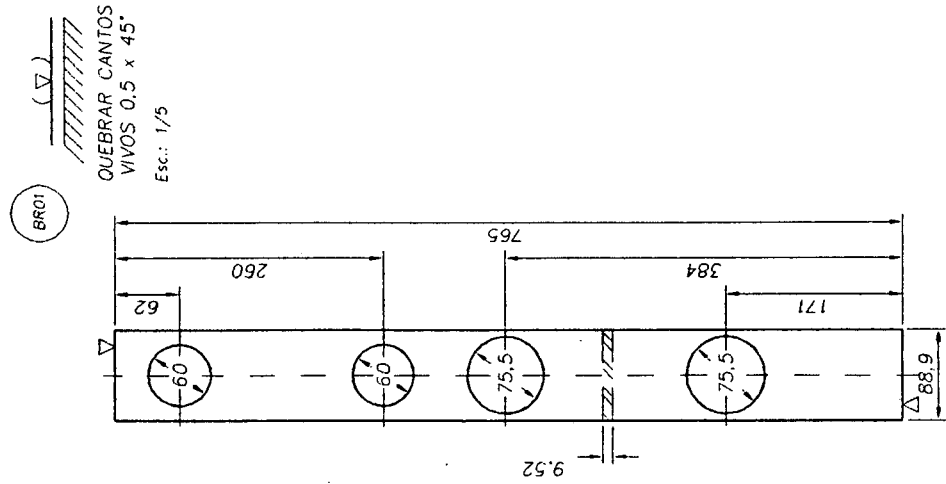


BL02	Espaçador fixo	2	Aço ABNT1020						
BR05	Barra de ligação	1	Aço ABNT1020						
BR04	Barra dobrada para o engate	2	Aço ABNT1020						
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	NOME	RENATO	DES. N°	OBSERVAÇÃO		
				UFSC		ENGENHARIA MECÂNICA			
				LABORATORIO DE PROJETO		8/12/93			
				VISTO	DATA	SUBS. POR	EM SUBS. DE		
				ESCALA	DATA	UNIDADE	APROV.		
				COLHEDORA DE ALHO					

LP



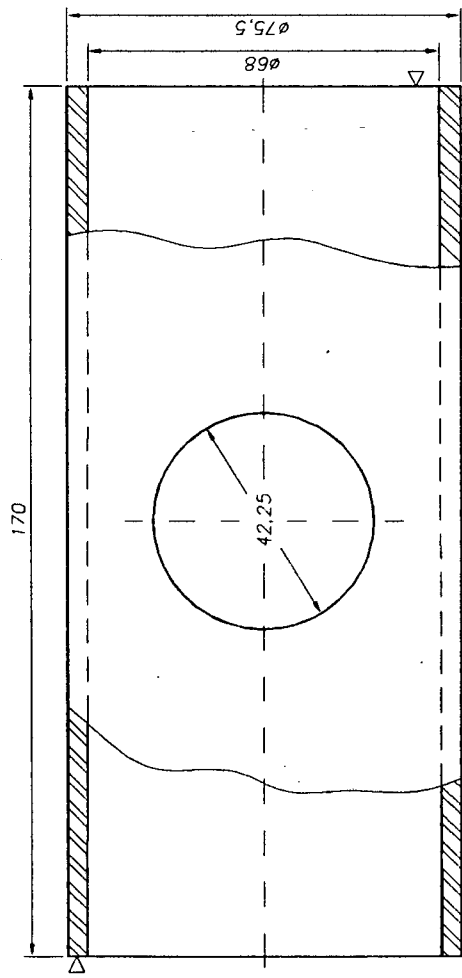
PNI01	Pino de fixação do trator	2	Aço ABNT1020					
PNI03	Pino de fixação superior	1	Aço ABNT1020					
PNI02	Pino de segurança do fixação	3	Aço ABNT1020					
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO				
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO				NOME	Renato	DES. N°	19	
				DATA	8/12/93	SUBS POR		
				VISTO		EM SUBS DE		
				DATA		UNIDADE	mm	
				ESCALA	APROV.			
				COLHEDORA DE ALHO				



TS02	Tubo de apoio na estrutura	1	ACO ABNT1020		
BR02	Barra longitudinal esquerda	1	ACO ABNT1020		
BR01	Barra longitudinal direita	1	ACO ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC		ENGENHARIA MECÂNICA		NOME Renata DES N° 20	
LABORATORIO DE PROJETO		DATA 8/12/93		SUBS.POR	
		VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA		UNIDADE	
		ESCALA		APROV.	
		COLHEDORA DE ALHO			

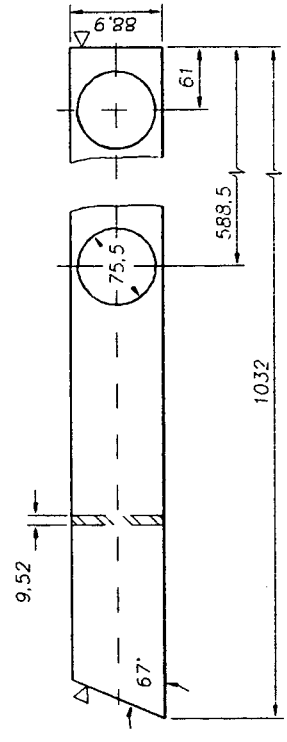
TS01

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°
Esc.: 1/1



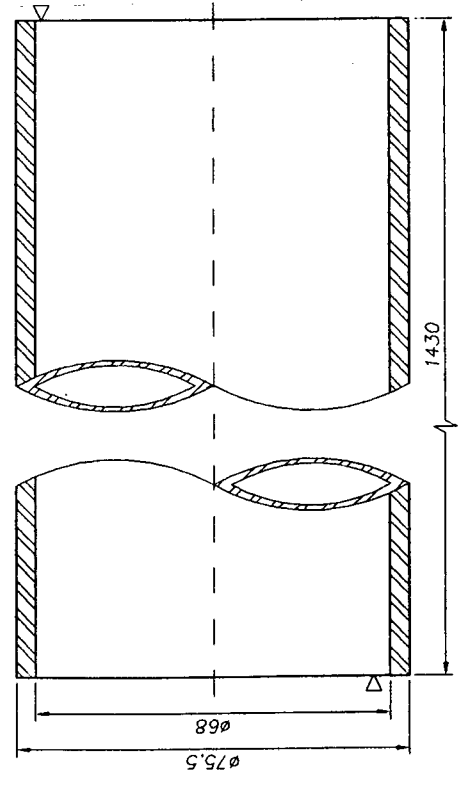
SR01

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°
Esc.: 1/5



TS04

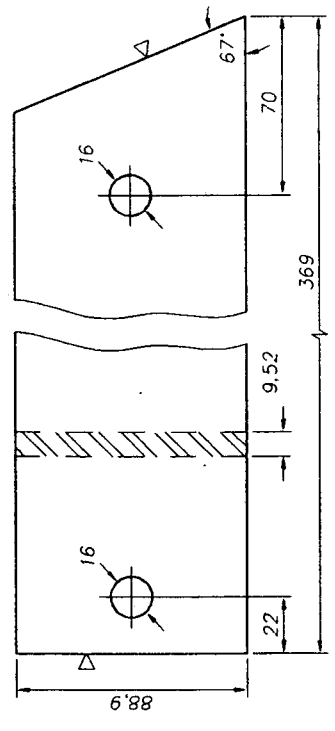
QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°
Esc.: 1/1



TS04	Tubo transversal principal	2	Aco ABNT1020	
BR07	Barra longitudinal diagonal	2	Aco ABNT1020	
TS01	Tubo de apoio do eixo longitudinal	2	Aco ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC		ENGENHARIA MECÂNICA		
LABORATORIO DE PROJETO				
LP		COLHEDORA DE ALHO		
	NOME	RENATO	DES N°	21
	DATA	8/12/93	SUBS.POR	
	VISTO		EM SUBS.DE	
	DATA		UNIDADE	mm
	ESCALA	APROV.		

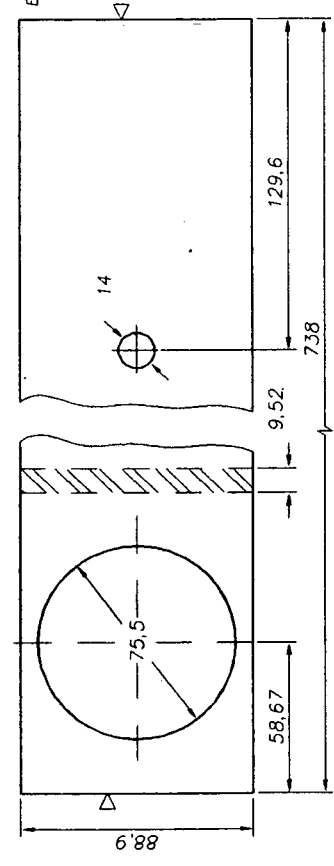
BR09

QUEBRAR CANTOS VIVOS 0,5 x 45° Esc.: 1/2



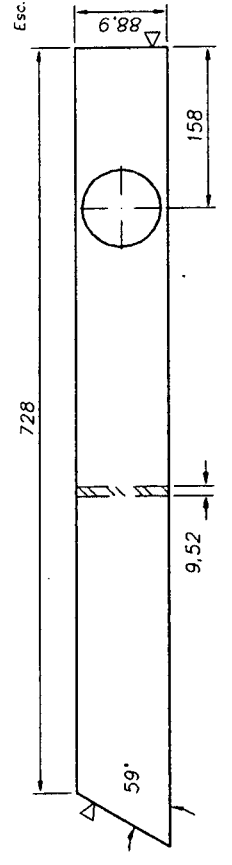
BR12

QUEBRAR CANTOS VIVOS 0,5 x 45° Esc.: 1/2



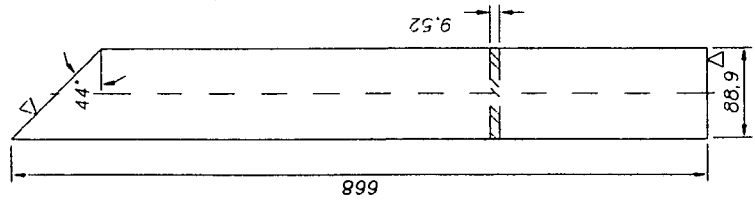
BR10

QUEBRAR CANTOS VIVOS 0,5 x 45° Esc.: 1/5



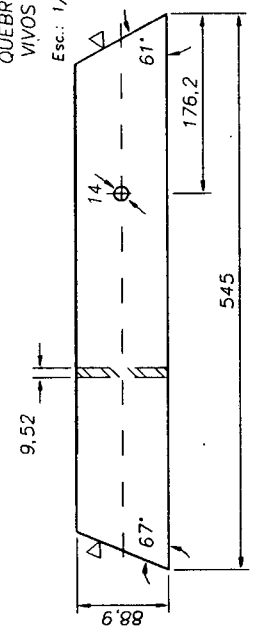
BR11

QUEBRAR CANTOS VIVOS 0,5 x 45° Esc.: 1/5



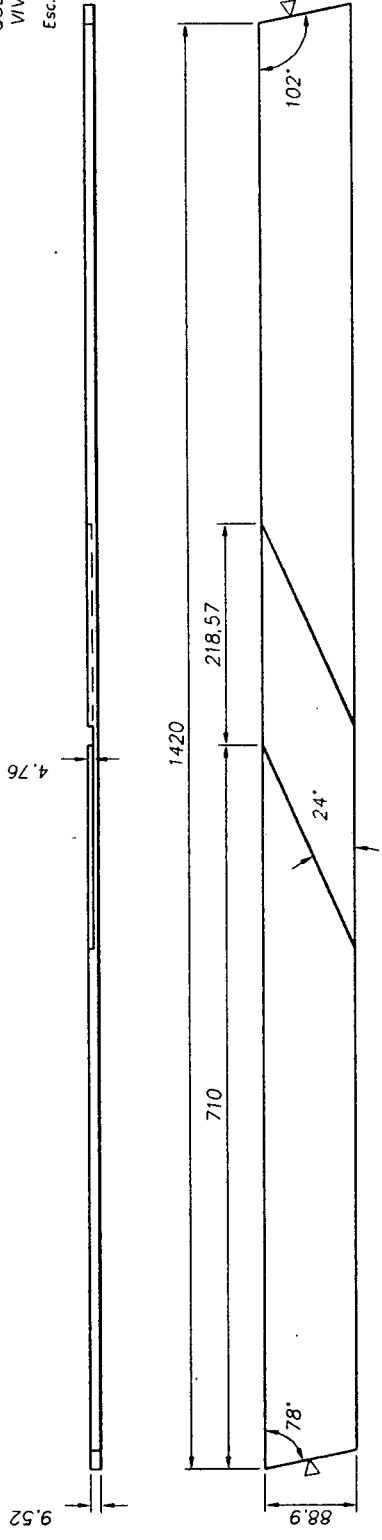
BR13

QUEBRAR CANTOS VIVOS 0,5 x 45° Esc.: 1/5

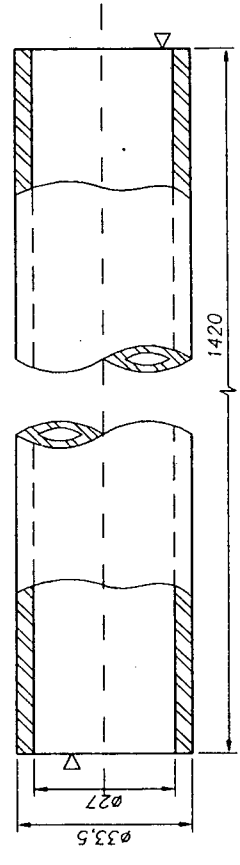


BR12	Barra diagonal ligada ao tubo transv.	2	Aco ABNT1020	
BR10	Barra ligada ao tubo transv. traseiro	2	Aco ABNT1020	
BR13	Barra diagonal traseira	2	Aco ABNT1020	
BR11	Barra vertical	2	Aco ABNT1020	
BR09	Barra de fixacao da lamina	2	Aco ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO				
	NOME	Renato	DES N°	22
	DATA	8/12/93	SUBS POR	
	VISTO		EM SUBS DE	
	DATA		UNIDADE	mm
	ESCALA	APROV.		
		COLHEDEIRA DE ALHO		

BR06
 QUEBRAR CANTOS
 VIVOS 0,5 x 45°
 Esc.: 1/5

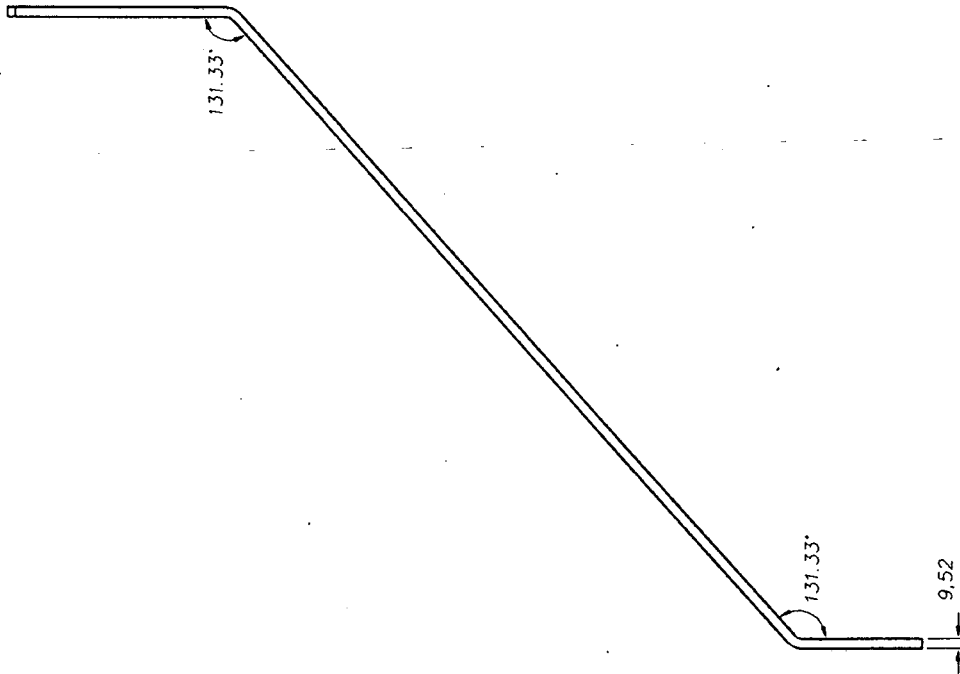
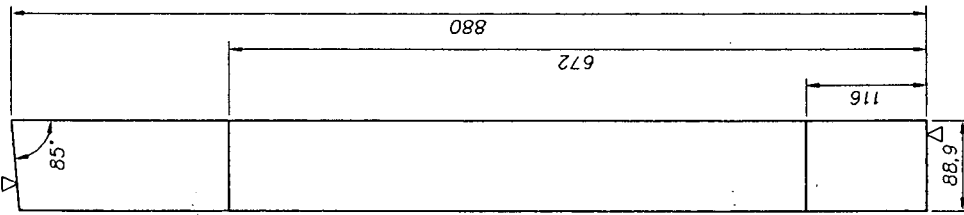


TS03
 QUEBRAR CANTOS
 VIVOS 0,5 x 45°
 Esc.: 1/1




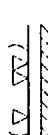
TS03	Tubo transversal de suporte	1	Aco ABNT1020	
BR06	Barra de rigidez entre placas	2	Aco ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME Renato	DES N° 24
	LABORATORIO DE PROJETO		DATA 7/12/93	SUBS.POR EM SUBS.DE
			DATA	UNIDADE mm
			ESCALA	APROV.
LP		COLHEDORA DE ALHO		

(∇)
 QUEBRAR CANTOS
 VIVOS 0,5 x 45°



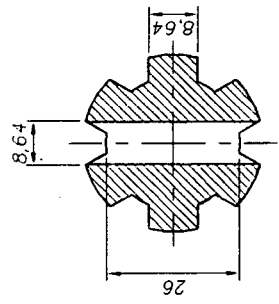
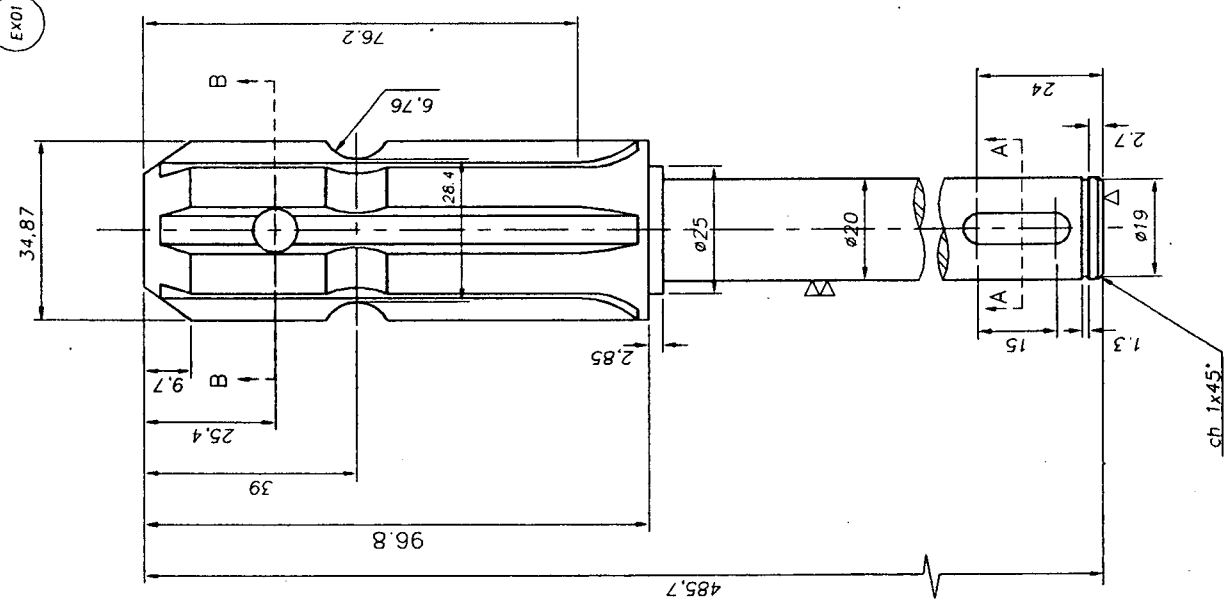
BR08	Barra dobrada superior	2	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME Renato	DES. N° 25
	LABORATORIO DE PROJETO		DATA 7/12/93	SUBS.POR
			VISTO	EM SUBS.DE
			DATA	UNIDADE
			ESCALA 1/5	APROV. mm
LP	COLHEDORA DE ALHO			

EX01)  QUEBRAR CANTOS VIVOS 0,5 x 45°. Esc.: 1/1

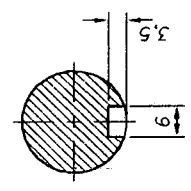
TP01)  QUEBRAR CANTOS VIVOS 0,5 x 45°. Esc.: 1/2

TP01)

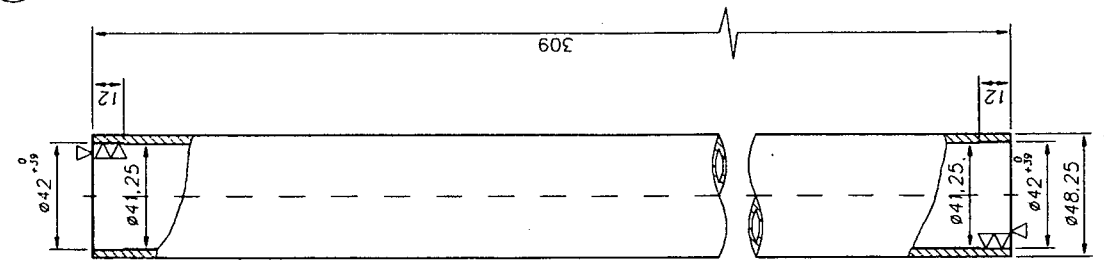
EX01)





corte B:B

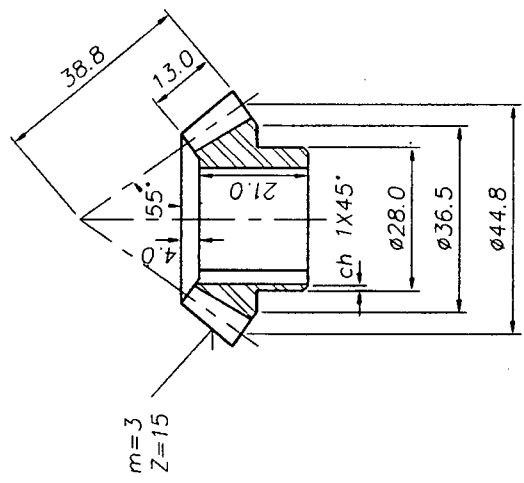


corte A:A

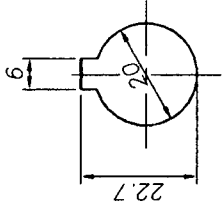


TP01	Tubo de protecao do eixo longitudinal	1	Aco ABNT1020								
EX01	Eixo longitudinal	1	Aco ABNT1045								
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO							
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA			NOME	Renato	DES N°	26				
	LABORATORIO DE PROJETO			DATA	7/12/93	SUBS.POR					
				VISTO		EM SUBS.DE					
				DATA		UNIDADE	mm				
				ESCALA	APROV.						
			COLHEDORA DE ALHO								

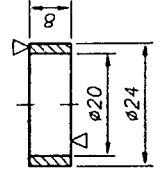
CM01



ES01

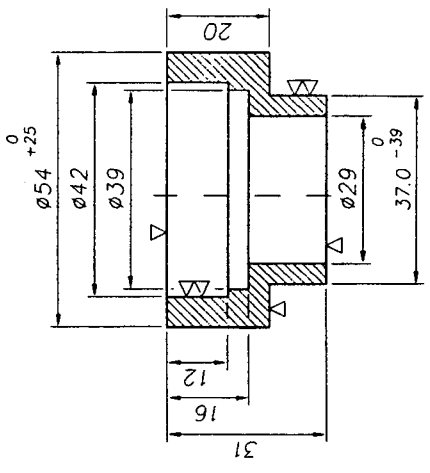


ES01
QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°



CM01

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°



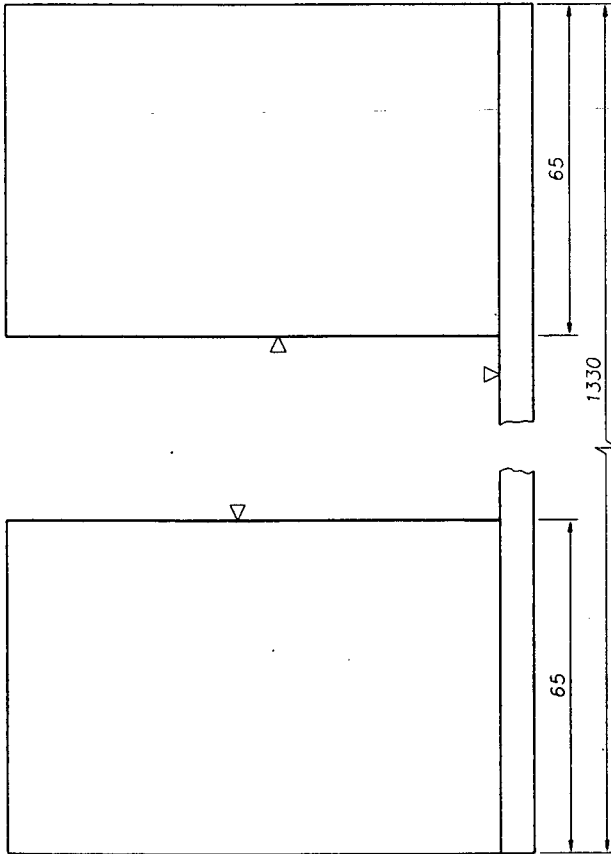
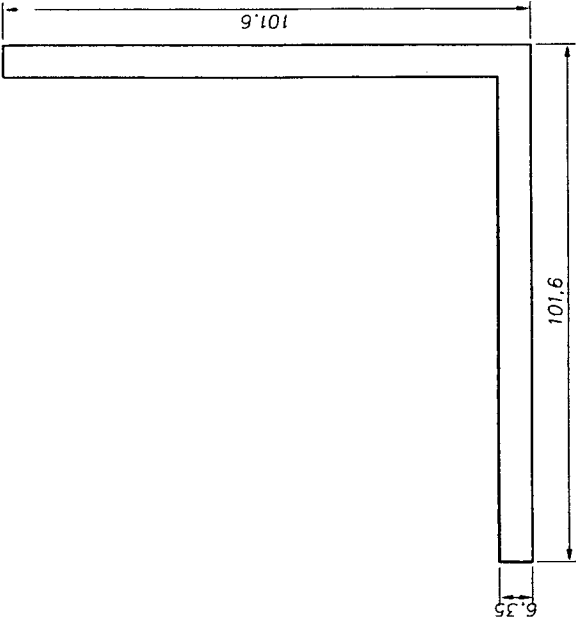
ES01	Espaçador do conico	1	Aço ABNT1020				
CM01	Caixa do mancal do eixo longitudinal	2	Aço ABNT1020				
CN01	Engrenagem conica (pinhao) (Z=15) (m=3)	1	Aço ABNT1020				
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO			
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA			NOME	DES. N°		
	LABORATORIO DE PROJETO			DATA	7/12/93	SUBS.POR	
				VISTO		EM	SUBS.DE
				DATA		UNIDADE	mm
				ESCALA	1/1	APROV.	
LP	COLHEDORA DE ALHO						

CT01

(V)

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°

Esc.: 1/1

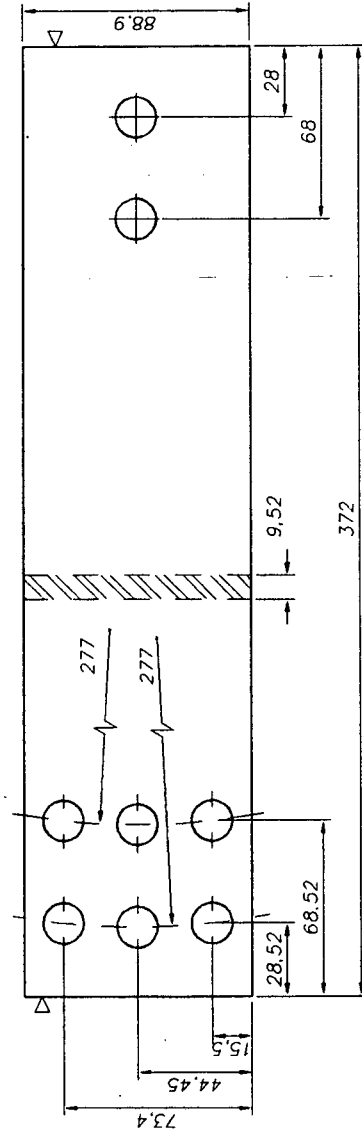


BR16

(V)

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°

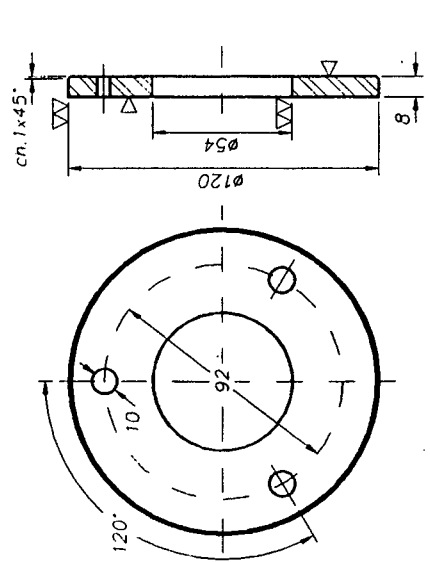
Esc.: 1/2



BR16	Barra de ajuste da lamina	2	Aco ABNT1020		
CT01	Cantoneira de reforço	1	Aco ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME	DES N°	29
	LABORATORIO DE PROJETO		DATA	SUBS.POR	
			VISTO	EM SUBS.DE	
			DATA	UNIDADE	mm
			ESCALA	APROV.	
			COLHEDORA DE ALHO		

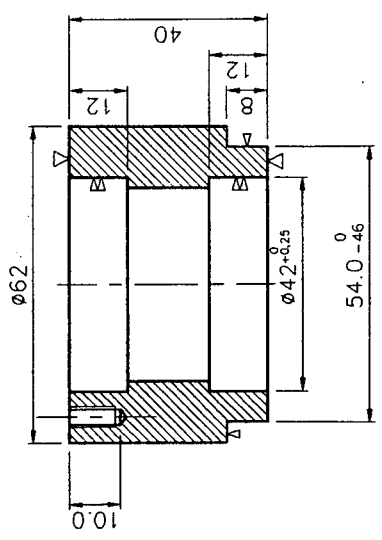
FG01

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°
Esc: 1/2



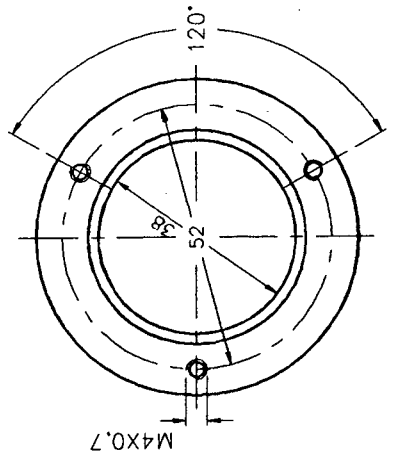
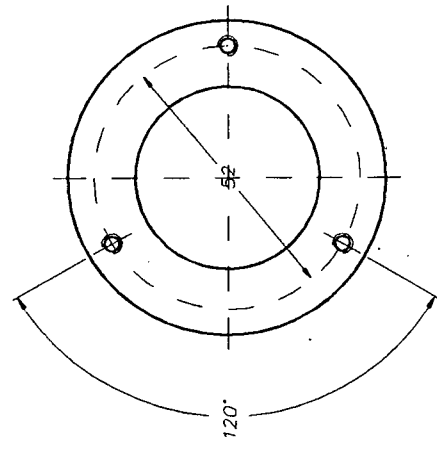
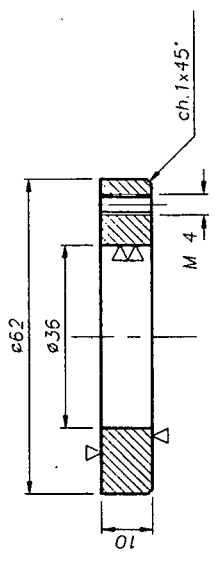
CM02

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°
Esc: 1/1



TM01

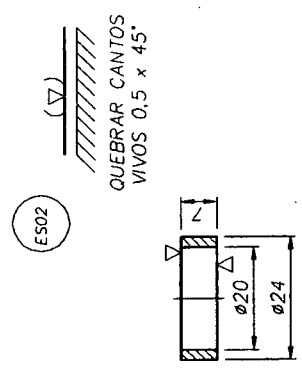
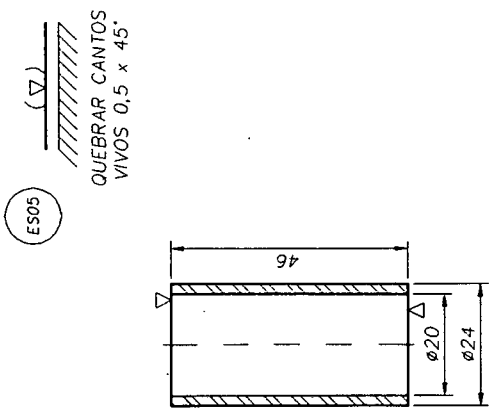
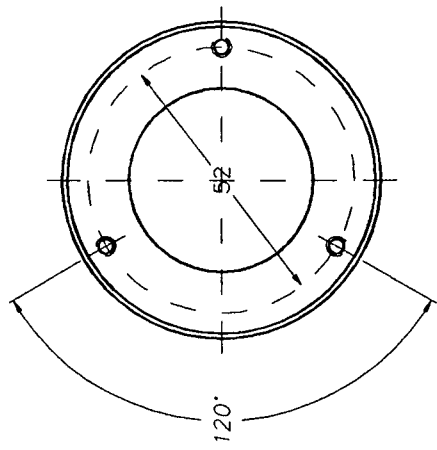
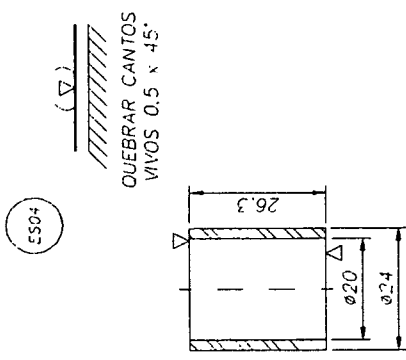
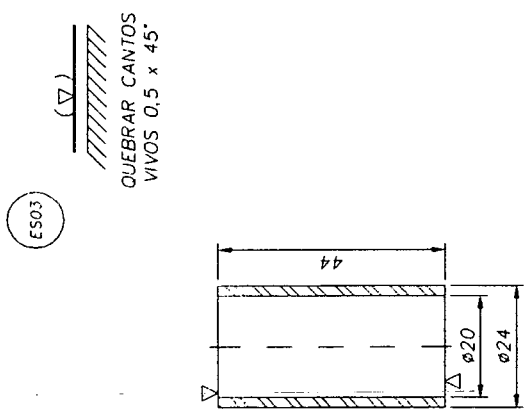
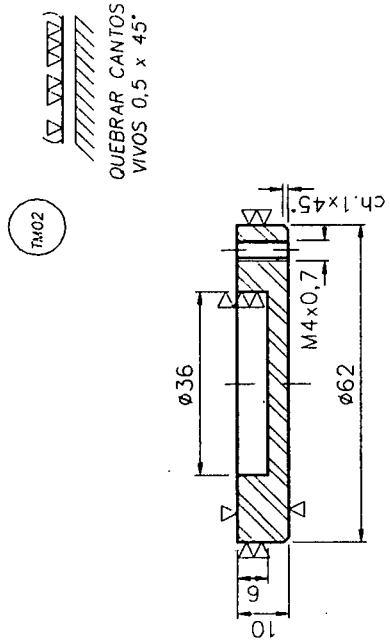
QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°
Esc: 1/1



CM02	Caixa do mancal	12	Aço ABNT1020						
TM01	Tampa do mancal - aberta	4	Aço ABNT1020						
FG01	Flange do mancal	12	Aço ABNT1020						
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO					
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA			NOME	RENATO	DES. N°	31		
	LABORATORIO DE PROJETO			DATA	7/12/93	SUBS.POR			
				VISTO		EM	SUBS.DE		
				DATA		UNIDADE			
				ESCALA	APROV.				



COLHEDORA DE ALHO

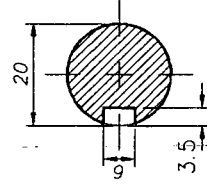
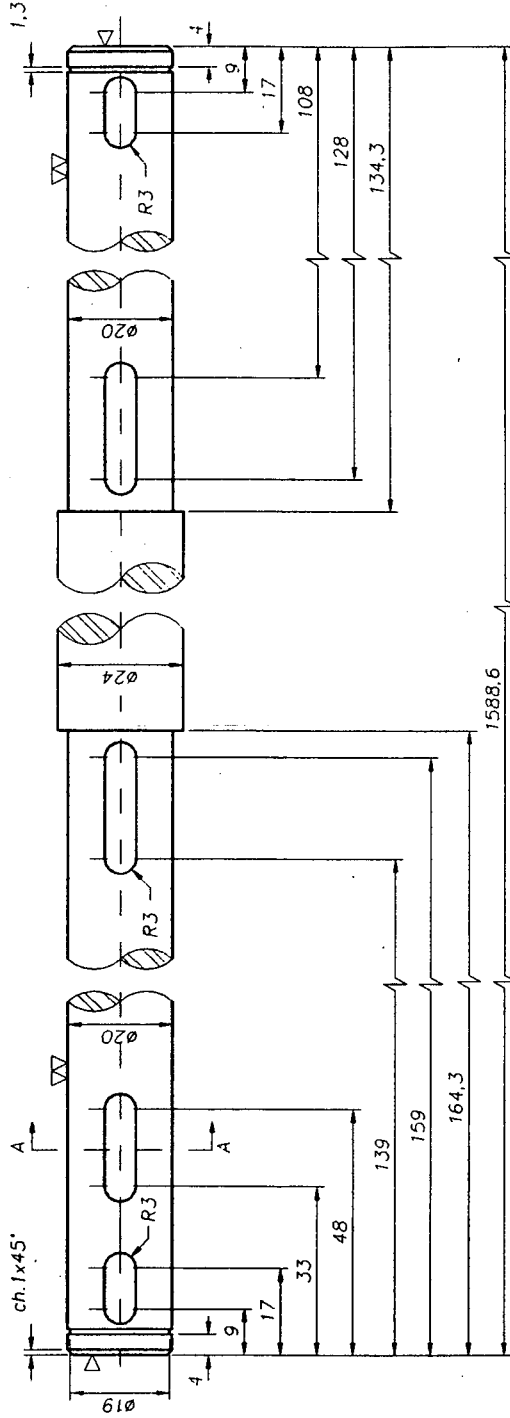


ES02	Espacador	1	Aco ABNT1020		
ES05	Espacador	1	Aco ABNT1020		
ES04	Espacador	2	Aco ABNT1020		
ES03	Espacador	1	Aco ABNT1020		
TM02	Tempo do mancal - fechada	8	Aco ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC			ENGENHARIA MECÂNICA		
LABORATORIO DE PROJETO			COLHEDORA DE ALHO		
NOME		Renato	DES N°	32	
DATA		7/12/93	SUBS.POR		
VISTO			EM SUBS.DE		
DATA			UNIDADE	mm	
ESCALA			APROV.		



EX02

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°



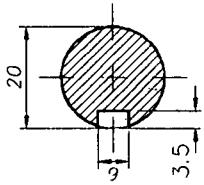
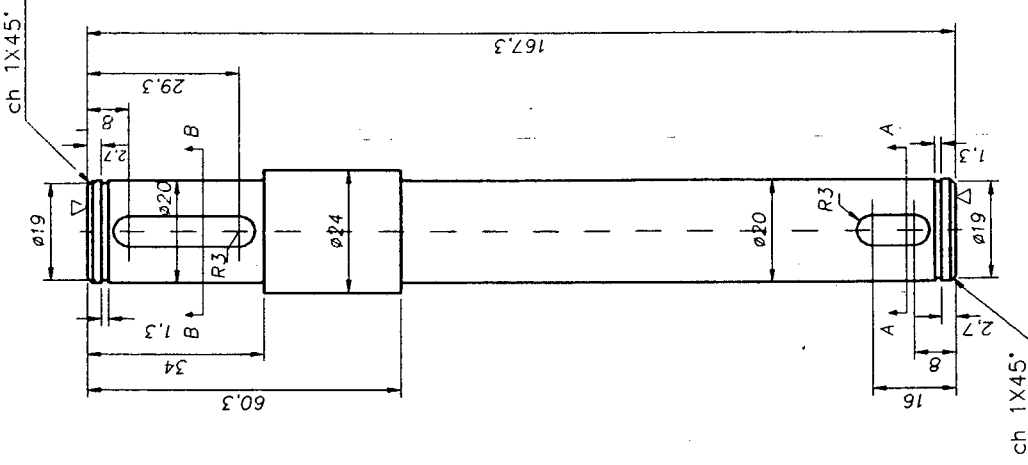
corte A:A

EX02	Eixo	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO		NOME Renato DATA 7/12/93	DES. N° 33	
			VISTO	EM SUBS.DE	
			DATA	UNIDADE	mm
			ESCALA 1/1	APROV.	
			COLHEDORA DE ALHO		

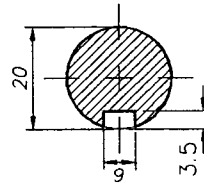
EX05



QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°



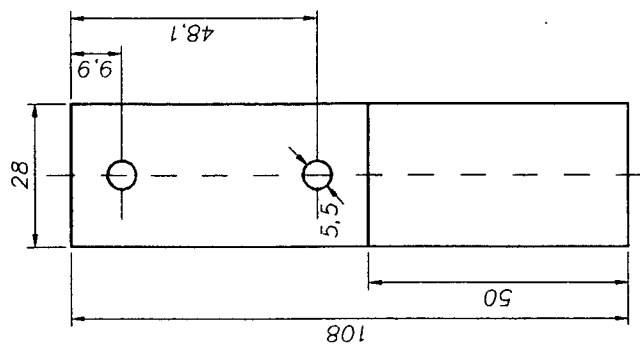
corfe B:B



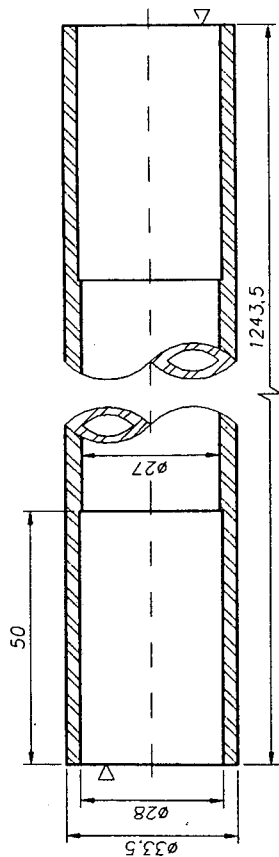
corfe A:A

EX05	Eixo	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA		NOME Renato	DES N°	36
	LABORATORIO DE PROJETO		DATA 7/12/93	SUBS.POR	
			VISTO	EM SUBS.DE	
			DATA	UNIDADE	mm
			ESCALA 1/1	APROV.	
			COLHEDORA DE ALHO		
LP					

PC01 (▽)
 QUEBRAR CANTOS
 VIVOS 0.5 x 45°



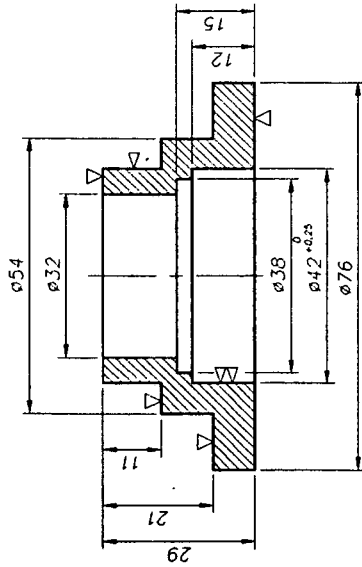
150° (▽)
 QUEBRAR CANTOS
 VIVOS 0.5 x 45°



1501	Rolos	17	Aco ABNT1020						
PC01	Peca de fixacao dos rolos a corrente	34	Aco ABNT1020						
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO					
UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA			NOME	Renato	DES. N°	37		
	LABORATORIO DE PROJETO			DATA	7/12/93	SUBS.POR			
				VISTO		EM	SUBS.DE		
				DATA		UNIDADE	mm		
				ESCALA	1/1	APROV.			
			COLHEDORA DE ALHO						

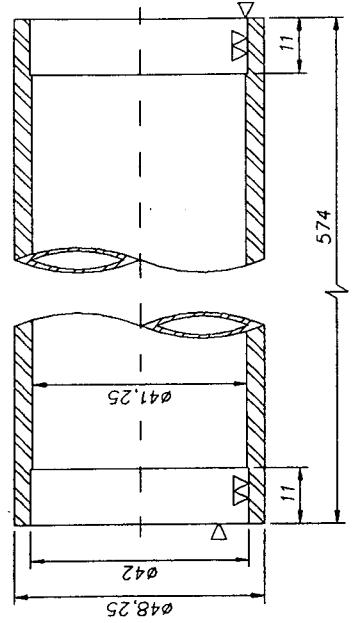
CM03

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°

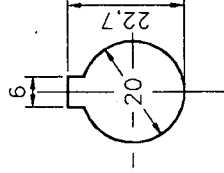
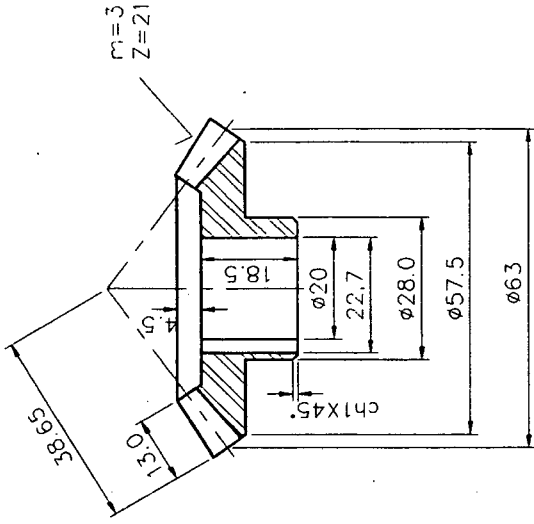


IP02

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0,5 x 45°



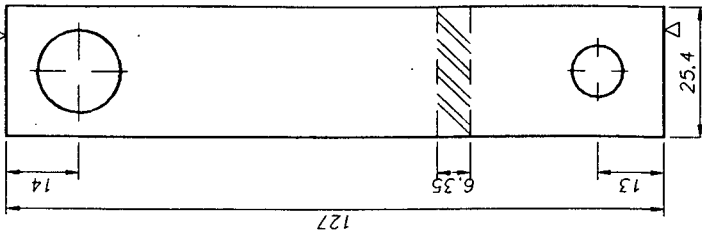
CM03



IP02	Tubo de protecao do eixo transversal	01	Aco ABNT1020	
CM02	Engrenagem conica (coroa)	01	Ci. fabricante	
CM03	Caixa do mancal	02	Aco ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC		ENGENHARIA MECÂNICA		
LABORATORIO DE PROJETO		NOME Renato		
		DES N° 38		
		DATA 7/12/93		
		VISTO		
		SUBS.POR		
		EM. SUBS.DE		
		UNIDADE		
		ESCALA 1/1		
		APROV.		
		mm		
LP		COLHEDORA DE ALHO		

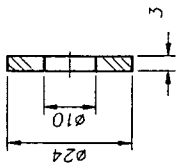
BR17

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°



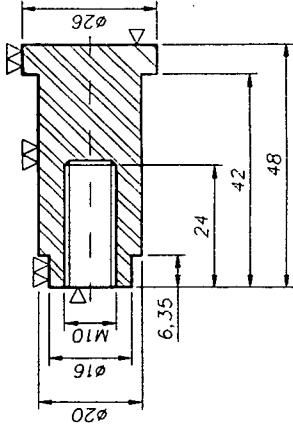
SU02b

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°



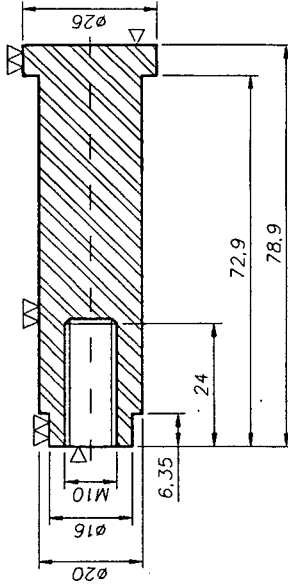
EX09

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°



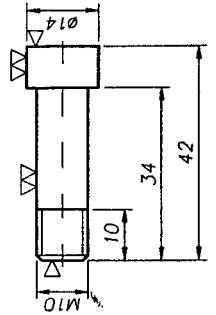
EX09

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°



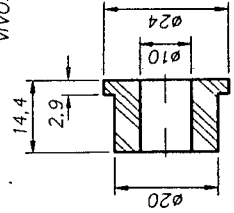
PN05

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°



BUD2a

QUEBRAR CANTOS
VIVOS 0.5 x 45°



PN05	Pino do esticador	05	Aco ABNT1020		
BUD2a	Bucha do esticador	05	Nylon		
EX09	Eixo fixo do esticador	01	Aco ABNT1020		
EX08	Eixo fixo do esticador	04	Aco ABNT1020		
BUD2b	Espacador do esticador	05	Nylon		
BR17	Barra do esticador	05	Aco ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC			ENGENHARIA MECÂNICA		
LABORATORIO DE PROJETO					
NOME	Renato	DES. N°	40		
DATA	7/12/93	SUBS. POR			
VISTO		EM	SUBS. DE	UNIDADE	mm
ESCALA	1/1	APROV.			
COLHEDORA DE ALHO					

