

CAPÍTULO II

TECNOLOGIA APROPRIADA EM FERRAMENTAS, MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS PARA PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS: SANTA CATARINA.

ACIRES DIAS¹
NELSON BACK¹
FERNANDO A. FORCELLINI¹
ANDRÉ OGLIARI¹
AUGUSTO WEISS²
ALBERTO S. SCHMIDT³

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta uma visão sobre tecnologia apropriada em implementos e máquinas agrícolas e um relato de experiências que foram e estão sendo executadas nesta área de conhecimento, por uma equipe de professores do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A área de projeto de produto no Departamento de Engenharia Mecânica (EMC) foi iniciada em 1976 com a criação da disciplina de Metodologia de Projeto de Produto para os alunos do curso de pós-graduação e, posteriormente, de graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Em 1981, com a consolidação da disciplina, a área de metodologia de projeto de produto foi direcionada para o projeto de máquinas e implementos agrícolas afim de atender as necessidades correlacionadas com a mecanização das pequenas e médias propriedades agrícolas. Esse setor de máquinas era, e continua sendo, pouco desenvolvida no Brasil. Naquela época não se tinha conhecimento de equipes de pesquisadores de Instituições de Ensino ou Pesquisa em Engenharia Mecânica que atuassem nesse campo de conhecimento[BACK].

Para conhecer a realidade de Santa Catarina no campo das necessidades e da produção de máquinas e implementos, foi desenvolvido em 1981, com o apoio da Secretaria de Tecnologia Industrial e Ministério da Indústria e Comércio (STI/MIC), um diagnóstico da indústria de implementos e de máquinas agrícolas do Estado de Santa Catarina. Foram identificadas 27 empresas que fabricavam implementos e máquinas nesse setor industrial. A partir desse diagnóstico foi elaborado um documento chamado de *Avaliação Tecnológica da Indústria Catarinense de Máquinas e Implementos*

¹ Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC;

² Professor do Centro de Ciências Agrária, UFSC e doutorando do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC;

³ Professor da Universidade de Santa Maria, RG., e doutorando do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC.

Agrícolas[BACK]. Esse documento teve importância fundamental para o desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas, realizados no Laboratório de Projeto do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC.

Simultaneamente ao diagnóstico da Indústria de Máquinas Agrícolas, estabeleceu-se um vínculo com a Empresa de Pesquisa Agropecuária - EPAGRI (Ex-ACARESC⁴ e Ex-EMPASC⁵) que é responsável pela implementação das políticas agrícolas no campo da pesquisa, treinamento de agricultores, definição de prioridades de produção por região do Estado e repasse de tecnologia. Essa empresa tem vários centros de Pesquisa espalhados pelo Estado de Santa Catarina, que fazem pesquisas e aplicações de técnicas de plantio e cultivo dedicado à vocação agrícola de cada região. Devido a isso tiveram importante participação no desenvolvimento de algumas máquinas, tais como: máquina transplantadora de mudas de cebola[PRETEL]; semeadora de arroz pré-germinado[CZIULIK]; desenvolvimento de tecnologia para a cultura do alho[SCHMIDT], que demandou a construção de quatro protótipos[ARAÚJO JR., CHACON, SILVA, SCHMIDT]; e o cultivo mínimo e plantio direto em pequenas propriedades[WEISS].

A equipe de pesquisa está vinculada ao Laboratório de Projeto e é constituída de quatro professores do Departamento de Engenharia Mecânica, dois técnicos, alunos do curso de graduação e de pós-graduação, do mestrado e do doutorado da Engenharia Mecânica e da Engenharia de Produção e Sistemas. Em alguns projetos recebe, também, o apoio de professores do Centro de Ciências Agrárias da UFSC.

2. O ESTADO DE SANTA CATARINA

O Estado de Santa Catarina se caracteriza pela concentração de pequenas propriedades agrícolas, sendo que nas diversas regiões ainda são encontrados muitos agricultores praticantes da agricultura denominada tradicional, baseada no uso intenso de mão-de-obra familiar e dos recursos naturais. Tem uma área de 7.419.445ha, e uma população de 4.837.000 habitantes, dos quais, aproximadamente, 30% ainda vivem na área rural.

No âmbito estadual existe um razoável relacionamento entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e os Institutos de Pesquisa e de Assistência Técnica. Tem-se em função disso feito vários projetos para combater a erosão do solo e para recuperar os recursos naturais, objetivando o desenvolvimento agrícola sustentável. A EPAGRI em convênio com BIRD, vem desenvolvendo ações através do Projeto de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas. Neste projeto a EPAGRI desenvolve algumas ações conjuntas em convênios com a UFSC. Pode ser citado: os levantamentos Edafohidroclimáticos em Microbacias Hidrográficas, junto ao Departamento de Engenharia Rural (Centro de Ciências Agrárias) e o Diagnóstico da Mecanização Agrícola na Região do Tijucas / Madre, junto ao Departamento de Engenharia Mecânica (Centro Tecnológico). A partir do levantamento e análise dos dados deste último projeto estão sendo desenvolvidos novos projetos que serão apresentados posteriormente.

⁴ Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado de Santa Catarina;

⁵ Empresa de Pesquisa e Assistência de Santa Catarina.

Relativamente ao treinamento da mão de obra, a EPAGRI está fazendo um esforço no sentido de profissionalizar o agricultor catarinense. Para isso foi criado o *Programa Catarinense de Profissionalização de Produtores Rurais*, envolvendo agricultores, pesquisadores e extensionistas catarinenses e consultores alemães, no âmbito de um convênio de Cooperação Técnica entre o Brasil e a Alemanha. Segundo o Relatório da EPAGRI/95 [EPAGRI/95], da regulamentação da lei que institucionalizou o programa em 1991 até 1995 foram capacitados, em 2.164 cursos, 30.404 produtores rurais dos 235.000 agricultores catarinenses. Em 1996 foi dada uma ênfase ainda maior a esse programa.

Tal necessidade de treinamento dos agricultores de Santa Catarina deveu-se, principalmente, a necessidade de enfrentar a concorrência dos produtos vindos de outros países do MERCOSUL, cujos preços estão inviabilizando certos “modelos de produção” em uso há muitos anos. Além disso, a profissionalização da agricultura é, também, a maneira mais eficiente de diminuir a contínua migração do Homem do campo.

Consultando o Guia da Indústria de Santa Catarina, para o ramo de atividade mecânica: fabricação de máquinas para a agricultura e atividades correlatas, identificou-se 36 (trinta e seis) empresas que tem suas atividades explicitadas no relatório, como produtoras de máquinas, implementos ou peças para o setor agrícola no Estado [GUIA DA IND. DE SC.]. Da mesma forma que em 1981 [BACK], pode-se constatar que a indústria de máquinas e implementos agrícolas instaladas no Estado de Santa Catarina classificam-se de médias a microempresas, com grande maioria podendo ser classificadas de pequenas a micros. Observa-se que apenas uma das empresas tem mais de 150 operários, cinco delas tem entre 50 e 100 operários e as outras restantes têm menos do que 50 operários. Destas, 50% tem menos do que 10 operários [GUIA DA IND. DE SC.].

2.1 METODOLOGIA DE PROJETO E O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA APROPRIADA

A área de pesquisa em metodologia de projeto de produto implementada no Laboratório de Projeto do EMC/UFSC tem motivado muitos alunos de pós-graduação dos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Sistemas, com formação básica em mecânica, desenho industrial, agronomia e engenharia agrícola. Os trabalhos desenvolvidos tratam de aspectos e princípios básicos de projeto, de sistemas computacionais de apoio ao projeto, como por exemplo sistemas especialistas, e do desenvolvimento de protótipos. Na linha de protótipos dá-se ênfase ao desenvolvimento ou melhorias de máquinas e implementos agrícolas. A dedicação a esse setor tem o objetivo resolver problemas existentes, prioritariamente, nas pequenas e médias propriedades agrícolas. Essa opção é decorrente da constatação feita já em 1981, e publicadas no documento *Avaliação Tecnológica da Indústria Catarinense de Máquinas e Implementos Agrícolas* [BACK]. Concluiu-se que a pequena propriedade rural não dispunha de máquinas e implementos adequados às suas necessidades, ou se existissem, eram adaptações que na maioria das vezes não realizavam as operações agrícolas, adequadamente.

As ações do grupo de pesquisa se dividiram em duas direções: um aplicada ao desenvolvimento de novos equipamentos; e outra, objetivando o aperfeiçoamento de máquinas e implementos agrícolas já existentes. Tanto uma quanto a outra envolvem um

complexo conjunto de variáveis difíceis de serem equacionadas num curto e, as vezes, médio espaço de tempo. De um lado tem-se um padrão tecnológico agrícola conservador quanto ao preparo do solo, plantio, colheita e armazenamento. Tem-se ainda, a perspectiva de inclusão de novas práticas agrícolas que estão sendo estimuladas, sem saber em alguns casos do grau de aceitação e aplicabilidade das mesmas. De outro, uma dinâmica econômica e comercial complexa, rápida e pouco definida, que dificulta o planejamento a médio e longo prazo. Dentro desse contexto, encontram-se os Institutos de Pesquisas, as Escolas, Universidades e os órgãos de fomento com calendários de atividades e de financiamento, previamente, definidos em prazos razoavelmente curtos, rígidos e desconectados dos calendários agrícolas.

A complexidade existente em cada projeto a ser desenvolvido, gera surpresas das mais variadas. O caso da máquina transplantadora de mudas de cebola, é bem característico, se insere no tema de tecnologia apropriada e é um bom exemplo a ser explicitado.

Em 1985, por recomendação dos agricultores e do centro de pesquisa da EPAGRI da região de Ituporanga em Santa Catarina, foi iniciado o desenvolvimento do protótipo de uma máquina para fazer o transplante de mudas de cebola[SANTOS]. A máquina deveria ser acoplável a microtratores de rabiças, dado que, aproximadamente 85% dos agricultores da região possuíam esse tipo de máquina.

Três anos depois, quando do reprojeto da mesma máquina, já optou-se por desenvolver uma máquina modular para o plantio de mudas de cebola[PRETEL]. Isso porque, quando do levantamento sócio econômico verificou-se que a maioria dos agricultores possuíam tratores de médio porte. Devido a isso fez-se um projeto modular, para ser acoplado na barra de porta implementos, sustentada pelo sistema hidráulico (TDP) do trator, permitindo dessa forma plantar até quatro linhas de mudas de cebola, simultaneamente.

Hoje, devido às políticas conservacionistas, ao treinamento da mão de obra e à aceitação de novas práticas na agricultura, está sendo requerido um equipamento que faça o transplante das mudas de cebola, no solo com cobertura vegetal. Vê-se pelo exemplo, que num curto espaço de tempo houve uma dinâmica nas necessidades que precisam ser adequadas tecnicamente.

A continuidade do trabalho iniciado em 1976, fez com que o grupo de pesquisa ficasse conhecido, tanto no meio científico, devido a publicações em encontros, congressos e revistas, quanto no meio produtivo agrícola e industrial. O fluxo de desenvolvimento dos temas de dissertação e de tese tornaram-se constantes ao longo desses anos. Por isso muitos foram os trabalhos concluídos e uma série de outros estão em andamento.

Esses trabalhos tratam de aspectos e princípios básicos de projeto, de sistemas computacionais e de apoio ao projeto e do desenvolvimento de protótipos, principalmente, de máquinas e implementos agrícolas.

Em virtude da quantidade de trabalhos que foram concluídos, será apresentado, de forma mais detalhada, o desenvolvimento de dois protótipos que têm aplicações bem específicas: a *máquina desoperculadora de favos de mel*[RESIN]; e a *semeadora de arroz pré-germinado*[CZIULIK]. Será apresentado também, dois sistemas: no primeiro é proposto fazer a *mecanização da cultura do alho*, onde é requerido construir um conjunto de máquinas apropriadas a um conjunto de tarefas, intrinsecamente, integradas; no segundo é proposto fazer a *adequação de implementos para sistemas conservacionistas - cultivo mínimo e plantio direto em pequenas propriedades rurais*.

2.1.1 DESOPERCULADORA DE FAVOS DE MEL

A apicultura, além de ser uma atividade econômica rentável, pela produção de mel, cera, própolis, pólen e geléia real, garante com a presença de abelhas, o indispensável apoio à produção agrícola, através de polinização entomófila e preservação do meio ambiente. O Brasil, embora apresente clima e vegetação propícias à exploração apícola, com uma produção potencial de 150.000 toneladas/ano, não ocupa um lugar de destaque na produção mundial de mel.

Tem-se problemas no manejo da tecnologia existente, práticas não racionais dos recursos naturais existentes, deficiências de equipamentos apropriados ao processamento do mel em escala industrial, apropriado à médios e pequenos apicultores.

Um dos principais problemas é a desoperculação dos favos de mel (retirada de uma fina camada de cera que tampa os alvéolos com mel) que, no Brasil, mesmo em nível profissional, é retirada com instrumentos manuais, como garfos e facas, constituindo-se, dentro do processamento do mel, na operação que demanda mais tempo, habilidade e esforço por parte do operador.

De acordo com levantamentos realizados por Resin[RESIN], no Instituto de Apicultura de Santa Catarina (IASC), uma apicultura profissional com 500 colméias, tendo que desopercular 5.000 quadros do tipo ninho, necessitaria de 17 dias/homem para realizar esta operação, com 8 horas de trabalho por dia. A não mecanização dessa operação ocasiona um estrangulamento na produção do mel, já que as operações posteriores estão, de uma forma ou de outra, mecanizadas. Existe ainda a necessidade de devolver os favos vazios para as colméias o mais rápido possível, dado que, o tempo de uma florada é muito curto. A desoperculação dos favos, por processos tradicionais, garfos ou facas, além de ser demorada, danifica o favo. Isso exige da abelha além do tempo de restauração do favo a produção de cera, no lugar de produzir mel.

A máquina desoperculadora proposta neste trabalho foi desenvolvida para preencher essa lacuna existente no mercado brasileiro, e minimizar os problemas existentes na produção do mel. Para tal, estabeleceu-se uma série de requisitos:

- desopercular quadros do ninho e da melgueira da colméia Langstorth;
- desopercular entre 360 e 600 quadros do ninho por hora;
- não danificar a estrutura do favo de mel durante a operação;
- ter controle de profundidade do corte;
- facilitar a retirada da cera/mel proveniente da desoperculação;
- trabalhar dos dois lados do favo ao mesmo tempo;
- ser de fácil limpeza e manutenção;
- baixo custo.

Para obter a solução mais apropriada seguiu-se, detalhadamente todos os passos recomendados pela metodologia de projeto de produto. Foi, finalmente, obtido uma concepção compacta, leve e simples, em aço inoxidável, como está mostrado nas figuras 1, 2, 3.

A alimentação da máquina é feita pela parte superior, em sentido vertical (figuras 1 e 3). Tanto a altura de alimentação como todas as outras dimensões da máquina seguiram critérios ergonômicos, valorizando os requisitos de conforto e segurança do operador.

Pela **Erro! Argumento de opção desconhecido.**, vê-se que o transporte do quadro é realizado por um porta-quadro (1) que está alojado entre duas guias planas (2). O

movimento de descida e subida do porta-quadro é obtido através de barras articuladas (4), acionadas por uma alavanca (3), posicionada do lado direito. Os dois rotores (5) fazem a desoperulação do favo de mel durante a operação de descida do porta-quadro. Cada rotor é formado por um eixo (6) onde estão fixados dois discos laterais (7) e um disco central (8) que suportam quatro varetas (9), nas quais estão montadas as chapas que fazem a ação de desoperular (10) separadas por espaçadores (11).

Os dois rotores giram em sentido contrário, fazendo com que as extremidades das chapas tangenciem a face do favo de mel, proporcionando a ação de desoperular. Os rotores estão ligados a um motor elétrico por uma correia bi-trapezoidal.

O controle de profundidade de corte é obtido pelo movimento simultâneo dos rotores, aproximando-se ou afastando-se, pela ação de um manípulo colocado do lado esquerdo da máquina. Esse controle é proporcionado por dois eixos-parafuso de movimento (12), com roscas esquerda e direita, que deslocam as caixas dos mancais(13). As quatro caixas são conduzidas por guias cilíndricas (14). O giro do manípulo, montado em um dos parafusos de movimento, é transmitido para o outro por um cabo de aço (15) enrolado em dois carretéis (16) fixados aos eixos - parafuso.

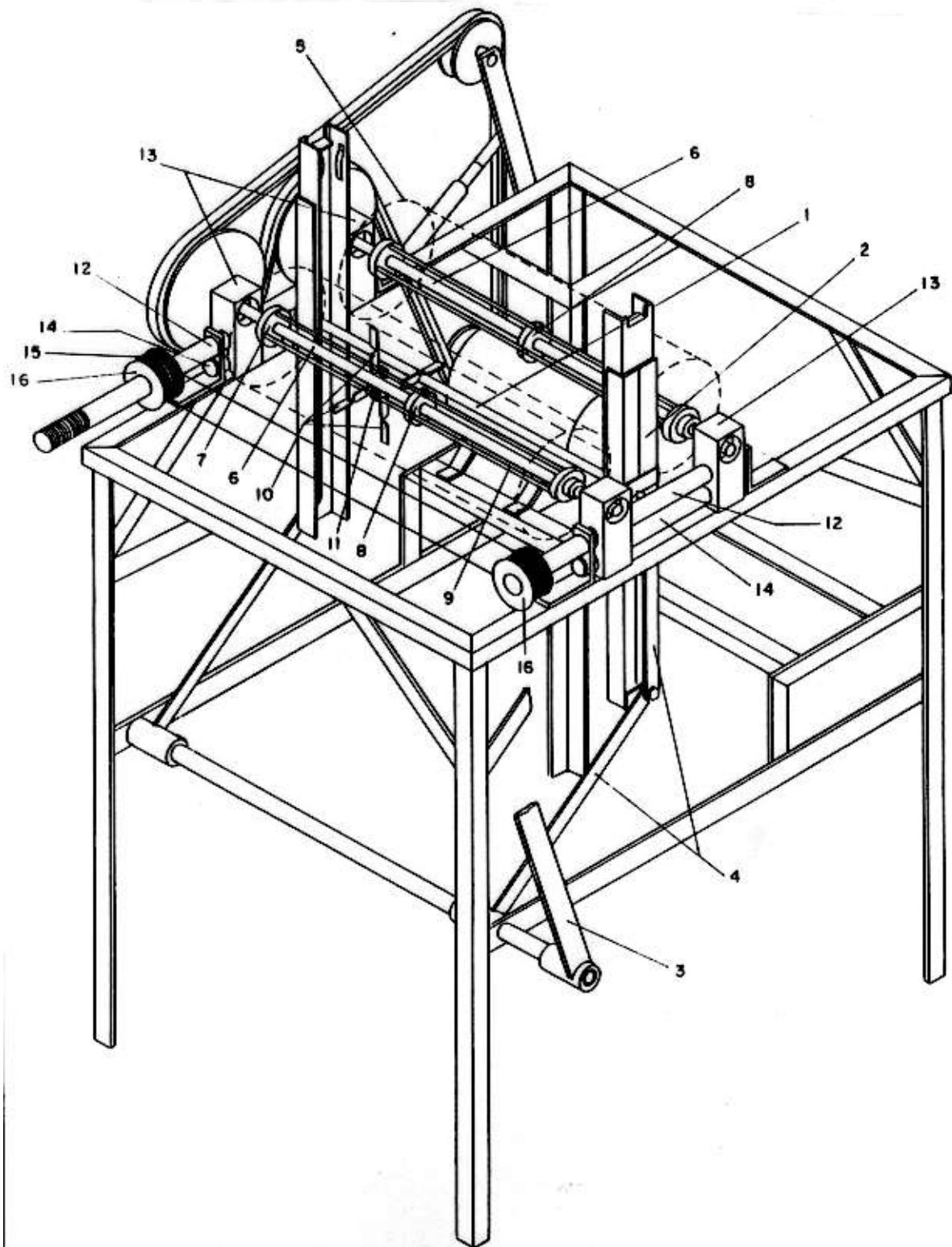


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Concepção final da desoperculadora de favos de mel[RESIN]**

Para proteção da correia e dos elementos de controle, utilizam-se conjuntos de chapa metálica (23), (24), como está mostrado na figura 2.

A retirada do quadro é efetuada na mesma posição de alimentação e a saída de cera/mel, lançada pelo movimento de corte dos rotores, é feita pela parte inferior da máquina. Dois conjuntos fazem a proteção dos rotores: um inferior (26), que em função da forma de funil, direciona a cera/mel para o recipiente coletor (28); o outro é a tampa superior (25) que se encaixa no conjunto inferior. A tampa traseira (27) serve de proteção do motor elétrico.

Essa máquina foi plenamente aprovada nos testes. Posteriormente, foi transferida para uma pequena empresa que construiu algumas unidades sob encomenda. A inserção dela no mercado tem apresentado dificuldades devido estar limitada à quadros da colméia Langstorth.

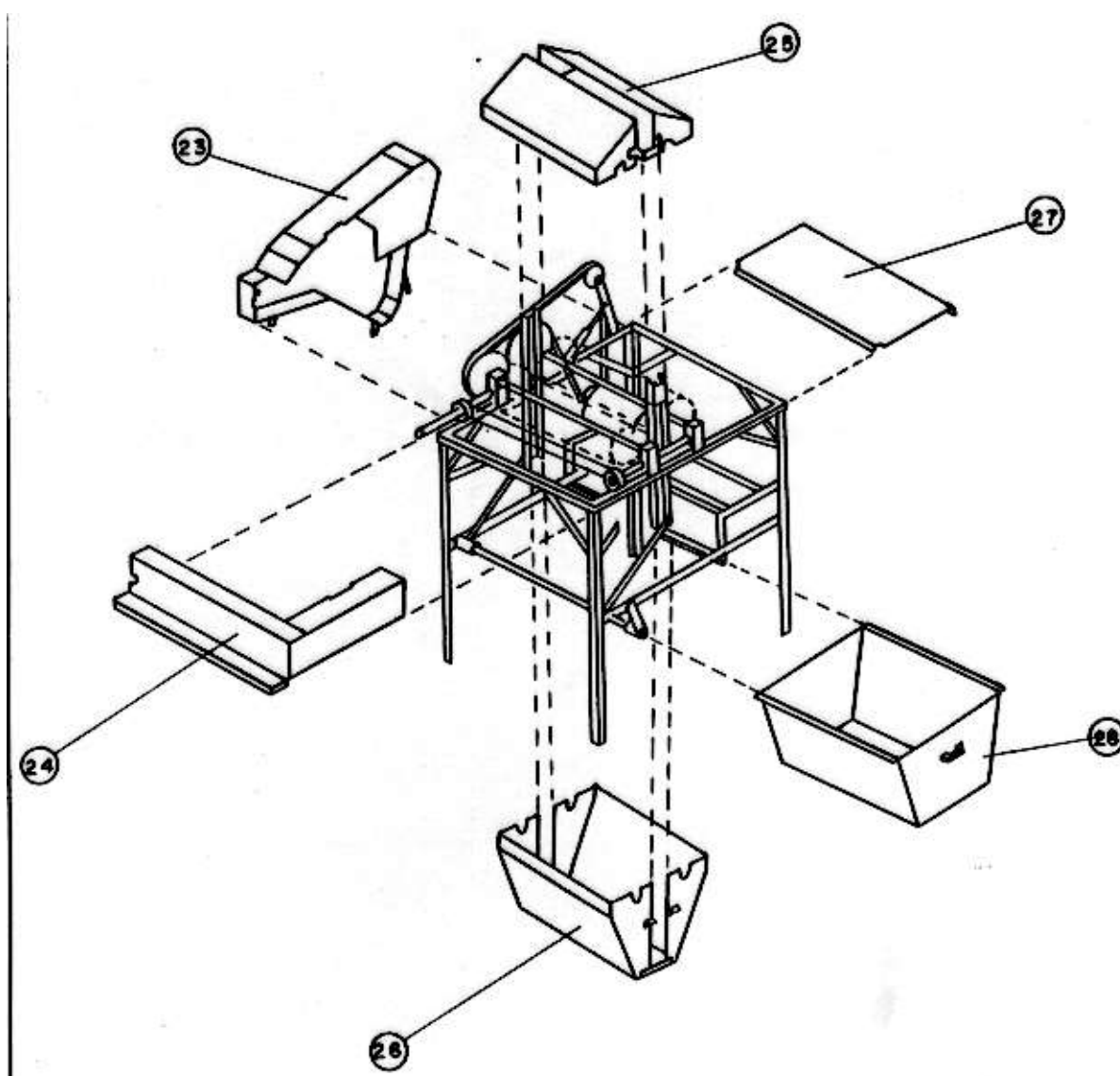


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Vista explodida dos elementos protetores[RESIN]**



Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Ensaio final do protótipo no IASC[RESIN]**

2.1.2 SEMEADORA DE ARROZ PRÉ-GERMINADO

O cultivo do arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina representa 14% da área cultivada do país e foi responsável por 35% da produção nacional[CZIULIK]. Não obstante o desempenho, a orizicultura catarinense pode melhorar sua performance aumentando a área plantada e incrementando a produtividade. Para isso torna-se necessário tecnificar a operação de plantio, já que as outras operações, dispõem de máquinas de uso específico que são utilizadas para outras culturas.

É dentro desse contexto que foi sugerido o desenvolvimento da máquina autopropelida para fazer a semeadura de arroz pré-germinado em terreno alagado. Objetiva reduzir o tempo e os esforços gastos na operação de semeadura de arroz pré-germinado, garantir uma dosagem de sementes adequada, por unidade de área, e permitir sua deposição em linha. Pretende-se preencher uma lacuna existente no cenário agrícola nacional, e conseqüentemente, proporcionar um aumento na produtividade da cultura por hectare.

A máquina foi projetada para cumprir as seguintes exigências: depositar a semente em solo inundado e em profundidade constante, permitindo variações de 10 a 20 mm; admitir a semeadura em linhas e em espaçamentos reguláveis entre estas, de 150 a 300mm; garantir uma densidade de semeadura de quatrocentas sementes por metro quadrado, distribuídas uniformemente; não danificar a radícula e o coleóptilo da semente pré-germinada durante a dosagem.

A velocidade de deslocamento da máquina, durante a operação de plantio, é controlado pelo operador e pode chegar até 2400m/h. O protótipo foi dividido nos

subsistemas: motor, transmissões, tração, sustentação no solo, dosagem, direção, estrutura e marcação de linhas.

A **Erro! Argumento de opção desconhecido.** traz uma vista superior da semeadora. A **Erro! Argumento de opção desconhecido.** mostra uma vista esquemática lateral esquerda. Nelas pode-se observar a distribuição dos distintos componentes da máquina.

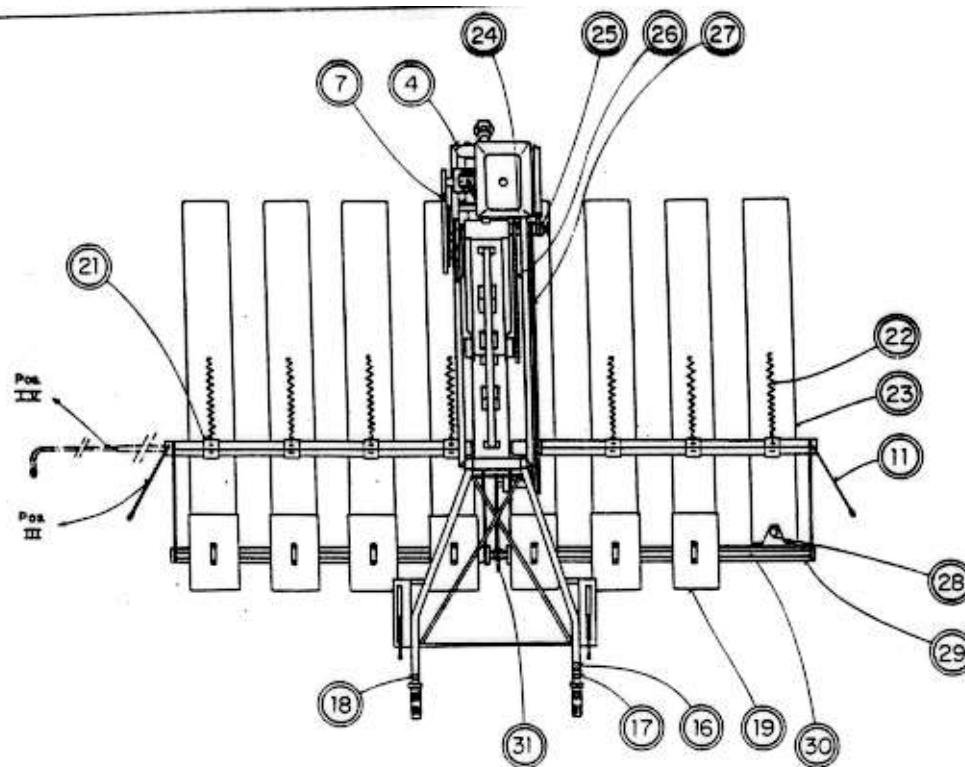


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. Vista lateral esquerda[CZIULIK]

O acionamento da semeadora é efetuado pelo motor (4), de 3,5 CV de potência a 3600 rpm, que fornece movimento ao sistema de polias e correia trapezoidal e às transmissões de rodas dentadas e correntes de rolos. A roda tratora (9), com diâmetro igual a 630 mm, gira a 20,51 rpm, movimentando a semeadora. As placas (10) têm a função de auxiliar a tração no solo. O fuso (3) faz através do garfo (2 e 4) o ajuste de profundidade da roda em relação ao solo, para a operação de transporte e de semeadura.

Os flutuadores (23) que sustentam a máquina são fabricados em resina poliéster reforçadas com fibra de vidro. Também os conjuntos de dosagem (19), em número de oito, são fabricados em poliéster. Eles se apoiam na estrutura suporte dos dosadores (28) e podem girar em torno do eixo dos dosadores (29), como está indicado nas posições I e II da **Erro! Argumento de opção desconhecido.** Os dosadores são de fluxo contínuo.

O operador direciona a máquina pela rabiça (14), que é ajustável a altura do operador, aciona os marcadores de linha (11) pela alavanca (15), controla a embreagem (17) e o acelerador (18).

Esta máquina desempenhou satisfatoriamente a operação de semeadura. Teve alguns problemas em relação à manobra no final da linha e, principalmente, acúmulo de lama sobre

a estrutura. Além disso, o protótipo ficou muito complexo em virtude do grande número de regulasses implementados. A máquina foi reprojeta e está em fase de testes[PERES].

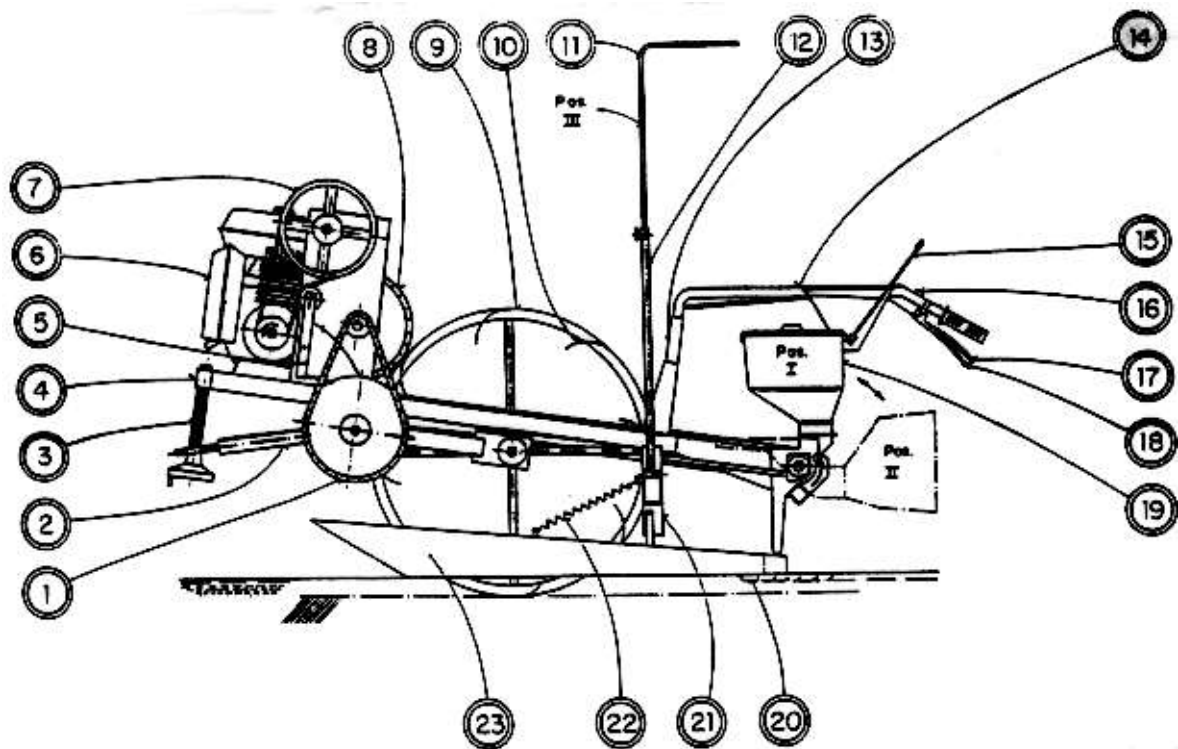


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Vista superior**[CZIULIK]



Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Deslocamento da máquina no solo preparado para a sementeira**[CZIULIK]

2.1.3 DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA PARA A CULTURA DO ALHO

Segundo a Organização Mundial de Alimentação e Agricultura (FAO), China, Coréia do Sul, Índia, Espanha, Egito, Tailândia e Estados Unidos da América são os maiores produtores mundiais de alho, tanto em área cultivada quanto em produção. O Brasil produz em torno de 2% da produção mundial. Os Estados de Santa Catarina e Minas Gerais respondem por mais de 50% da produção nacional de cultivares nobres.

A cultura do alho tem grande importância social e econômica em quase todo o mundo. Para o Brasil ela também é significativa. Há porém um baixo rendimento na produção que é atribuído ao uso de cultivares não adaptados, ao uso de alho semente de baixa qualidade, problemas com o tratamento fitossanitário, controle de invasoras, correção e adubação do solo. Além disso, há dificuldades econômicas para implementação de irrigação em grande escala, ficando o processo de mecanização restrito ao preparo do solo. Tomando por exemplo a região de Curitiba, Santa Catarina, constata-se que os produtores menos tecnificados colhem em torno de 4,5 a 5,5 ton/hectare. Os mais tecnificados, que utilizam sistemas de irrigação, obtêm uma produtividade de 9 a 10 ton/hectare, com alguns ultrapassando 12 ton/hectare.

Devido as restrições com mão de obra, os produtores ficam limitados a plantarem pequenas áreas. A **Erro! Argumento de opção desconhecido.** mostra a quantidade de dias/homem para o cultivo manual do alho.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. Serviços manuais na cultura do alho/hectare[SCHMIDT]

Especificação	Quantidade (dias/homem)
Debulha dos bulbos e classificação dos bulbilhos	32
Plantio	40
Capina	50
Aplicação de defensivos	25
Colheita, beneficiamento, classificação e embalagem	90
Total	237

Essa dependência quase que total da atividade manual nas diferentes operações específicas, tornam a cultura do alho difícil e trabalhosa, restringindo a sua expansão para uma produção mais industrializada. Significa dizer, pouco competitiva frente aos concorrentes externos, principalmente, Argentina, Espanha e Ásia.

Diante disso, constatou-se que a mecanização das diferentes etapas que envolvem a cultura do alho, fica revestida de grande importância. Porém, as vantagens eventuais obtidas com o desenvolvimento de uma determinada máquina para uma operação específica serão diminuídas, se não houverem concepções adequadas às demais operações. Diante desse contexto, foi desenvolvido um sistema de mecanização para a cultura do alho, que envolveu as operações de classificação e de plantio de bulbilhos, debulha, colheita, beneficiamento e classificação de bulbos. Esse processo de mecanização, uma vez

desenvolvido, permitirá a implantação da cultura do alho em quase todas as regiões do território Nacional, que apresentem condições mínimas de solo e clima. A conjunção do aumento das fronteiras com a do aumento da produtividade média, possibilitaria a auto-suficiência para o consumo interno e até mesmo para a exportação do alho.

Este trabalho, por ser demasiadamente extenso, foi dividido em fases ou projetos específicos. O projeto relativo à mecanização geral da cultura do alho, envolvendo também o projeto da máquina plantadora de sementes e a análise dos custos envolvidos, tem exigências, complexidades e novidades que estão sendo estudados no tema de tese de doutorado: *desenvolvimento do sistema mecanizado para a cultura do alho*, [SCHMIDT]. O projeto da debulhadora de bulbos para sementes[CHACON], da colhedora de alho[ARAÚJO Jr.] e da máquina beneficiadora e classificadora de bulbos[SILVA] se constituíram em dissertações de mestrado, já terminadas.

Evidentemente, cada uma dessas máquinas têm requisitos específicos que serão apresentados na descrição de cada uma delas. Deve-se observar que existe um requisito global para o sistema, que requer coerência entre a capacidade de produção de cada máquina.

Recomenda-se que a atividade de debulha deve ser feita no máximo, dois dias antes do plantio. A máquina para o plantio deve plantar um hectare em, pelo menos três dias, ou seja, uma média de 750kg por hectare. Devido a isso é requerido da debulhadora uma produção de 25kg de alho por hora. Para a operação de colheita, considerando a produtividade média de 6.000kg por hectare, é recomendado uma capacidade de colheita de 250kg/h[SCHMIDT].

2.1.3.1 MÁQUINA DEBULHADORA DE BULBOS

A máquina debulhadora faz a separação dos bulbos em bulbilhos (sementes) que serão, posteriormente, utilizados no plantio. Foi desenvolvida para satisfazer os requisitos estabelecidos no projeto geral. Existe também, uma série de requisitos específicos que devem ser satisfeitos: ter capacidade de debulha superior a 25kg/h; separar as túnicas do bulbilho; depositar a palha e os bulbilhos e locais definidos; debulhar bulbos com tamanho superior a 3, conforme normalização do Ministério da Agricultura; dispensar o controle constante do operador; possibilitar a utilização de mão de obra não qualificada. Exige-se, ainda, que a perda de bulbilhos na operação de separação da palha, seja mínima.

Em função das diferentes espécies de cultivares de alho, os parâmetros dimensionais dos diferentes sistemas envolvidos na atividade de debulha, foram estabelecidos em função das espécies produzidas no sul do estado do Paraná e do estado de Santa Catarina, tais como: Chonan; Roxo; Pérola de Caçador; Caxiense; Caçapava; e Quitéria.

A máquina, como está mostrado na **Erro! Argumento de opção desconhecido.**, tem três módulos distintos: módulo de armazenagem e transporte dos bulbos, o módulo de debulha e módulo de extração da palha.

O mecanismo de debulha é composto de duas correias planas convergentes (1 e 2), apoiadas pelos rolos (3), os quais apresentam liberdade de movimento vertical. Estes rolos exercem uma força constante sobre os bulbos pela ação das molas (4), as quais não permitem que os bulbos sejam esmagados no seu percurso pelas correias transportadoras. As correias giram em sentidos diferentes e com velocidades de translação diferenciadas,

visando incrementar o número de giros sofrido pelos bulbos no mesmo percurso longitudinal. O sistema de debulha possui uma posição inclinada, para que os bulbilhos e bulbos desçam à medida que se deslocam no interior da região formada pelas correias transportadoras, ocasionando um avanço ordenado do material dentro do sistema.

O depósito dos bulbos (5) possui uma capacidade de armazenagem de aproximadamente 150kg e está posicionado à frente e abaixo do sistema de debulha, para facilitar a alimentação por parte do operador. O transporte e a individualização dos bulbos são realizados por um transportador com canecas (6). A individualização tem como objetivo garantir uma quantidade constante e controlada de bulbos na entrada do sistema de debulha, para não prejudicar o seu funcionamento.

A separação da palha é realizada com a utilização de um ventilador (7), do tipo radial, que produz um fluxo de ar direcionado de forma inclinada para cima. Os bulbilhos e a palha atravessam o fluxo de ar, sendo que a palha, por ser mais leve é por ele transportada e separada dos bulbilhos.

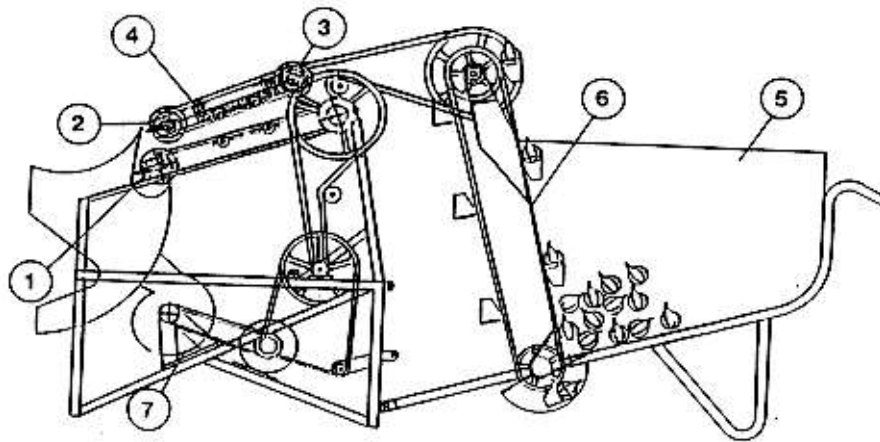


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Vista lateral da máquina debulhadora de alho para sementes**

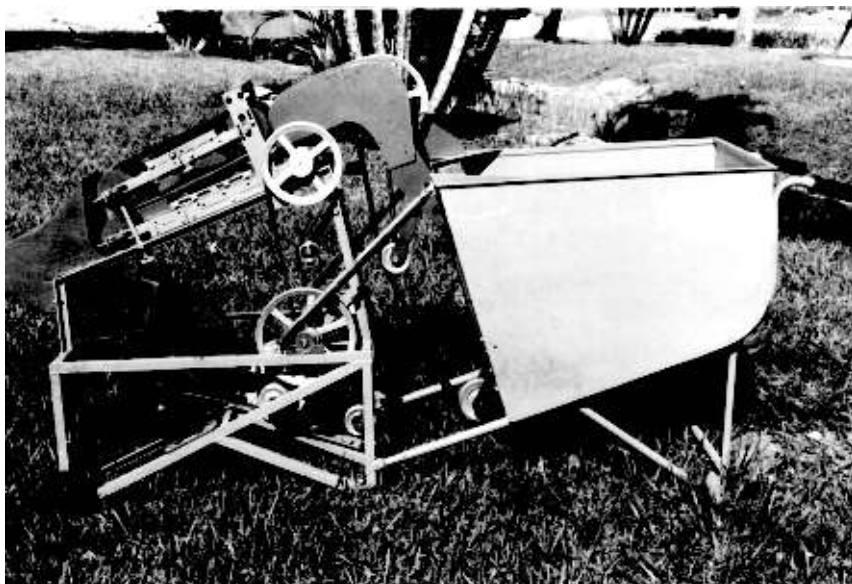


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Configuração final do protótipo**

Na **Erro! Argumento de opção desconhecido**, está mostrado a concepção final do protótipo. Após os testes, constatou-se que a máquina aproxima-se da condição ideal de funcionamento, bastando para isso a realização de algumas alterações, principalmente, para facilitar a manutenção.

Debulha aproximadamente 60kg/h de bulbos. A danificação dos bulbos foi de 3,4%, abaixo portanto das perdas máximas admitidas, da ordem de 5%, por danos mecânicos. A capacidade do reservatório de bulbos de alho é 150kg e a potência necessária para o acionamento de todo o sistema é 0,75CV.

2.1.3.2 MÁQUINA PLANTADORA DE ALHO

A operação de plantio é uma das atividades mais importante no processo de mecanização da cultura do alho. A mecanização do plantio possibilitará o aumento da área plantada, o aumento da produtividade, além de reduzir custos e esforços humanos.

A capacidade da plantadora deverá estar integrada a capacidade de trabalho das outras máquinas que compõe o sistema, para evitar incompatibilidade. A debulha deve ocorrer, no máximo, dois dias antes do plantio. Estas duas operações - debulha e plantio - ocorrem, geralmente, de forma intercalada.

Na operação de plantio tem-se requisitos bem definidos, que se não forem cumpridos terão reflexos negativos na produção. Por isso destacam-se os seguintes requisitos: não danificar os bulbilhos; permitir o uso de bulbilhos classificados em densidades adequadas; individualizar os bulbilhos; posicionar o bulbilho na vertical, com o ápice voltado para cima; dispor o bulbilho no solo, em profundidade adequada. Além desses, a máquina deve ser modular, apresentar facilidade de transporte e permitir a tração por tratores de pequeno e médio porte.

A máquina plantadora de alho deve ter condições de efetuar o armazenamento e o transporte dos bulbilhos do depósito até o sistema de individualização. É requerido

regulagem desse sistema para adaptar-se aos espaçamentos entre linhas, sob a taxa de alimentação que plante nas distâncias recomendadas na linha e sem danificar os bulbilhos.

No processo de plantio, o dispositivo de individualização apresenta muitas dificuldades em virtude de os bulbilhos terem formato irregular. É requerido do dispositivo a alimentação contínua, sem falha ou duplicação de bulbilhos na alimentação e uma certa tolerância em relação a variação de tamanho dos mesmos.

A máquina projetada foi concebida na forma de módulos, sendo estes divididos em quatro subsistemas distintos: alimentação (1), individualização (2), posicionamento (3) e plantio (4) de bulbilhos, conforme mostra a **Erro! Argumento de opção desconhecido.** O primeiro subsistema realiza as funções de armazenamento e transporte dos bulbilhos, o segundo realiza a função de individualização, o terceiro posiciona o bulbilho com o ápice para cima e o quarto realiza o plantio. Essa estruturação da máquina em subsistemas facilita a construção paralela dos mesmos, agilizando o processo de fabricação.

Os subsistemas (3) e (4) são constituídos de dispositivos que fazem a captação das sementes, posicionamento e transporte até o solo.

A estrutura de sustentação da máquina foi projetada visando obter rigidez e simplicidade construtiva, utilizando materiais padronizados e normalizados, por estarem disponíveis no mercado. A estrutura precisa suportar os diversos carregamentos advindos do acoplamento na unidade de tração, da operação de plantio, do peso dos implementos e das sementes armazenadas no reservatório.

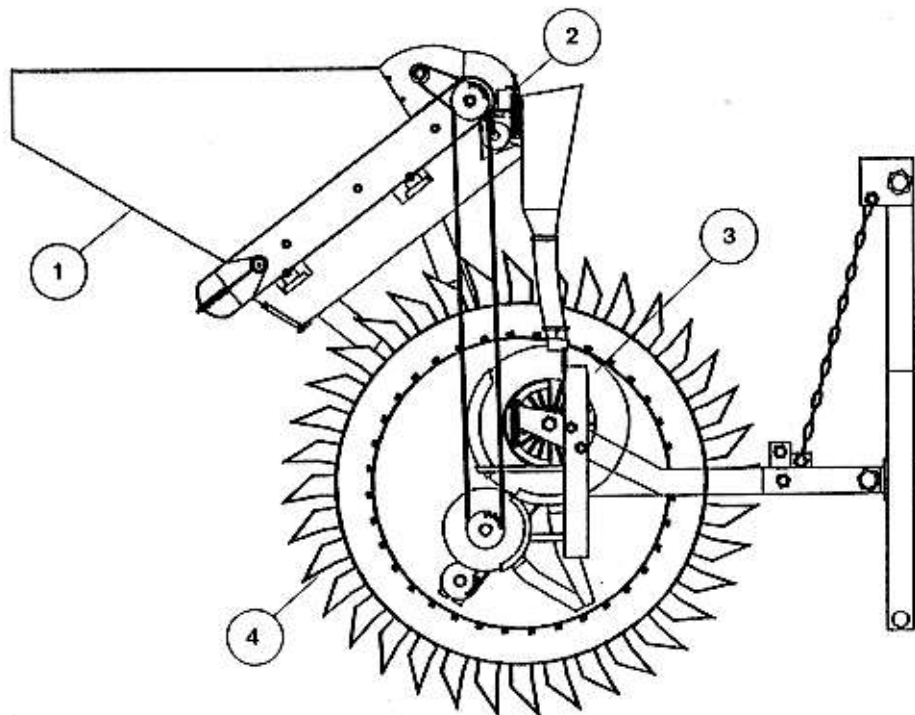


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. Subsistemas da máquina plantadora de alho [SCHMIDT]

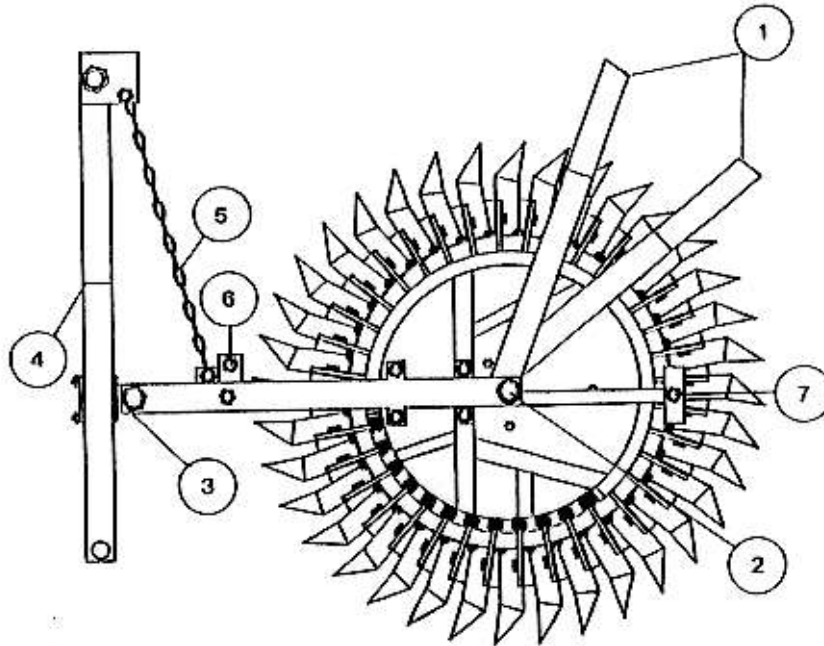


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Estrutura de sustentação do dispositivo plantador [SCHMIDT]**

A concepção final da estrutura está mostrada na **Erro! Argumento de opção desconhecido**. A estrutura (1) serve de apoio para os conjuntos de alimentação, individualização e posicionamento da semente. A solução apresentada partiu do princípio que todo o peso próprio da máquina é transferido diretamente para a estrutura principal, através de barras retangulares ligadas pelo eixo da roda de plantio (2).

O sistema articulado (3) permite que os módulos acompanhem o relevo do terreno, mantendo as ponteiros em contato com o solo. A estrutura de suporte, constituída pelo elemento triangular (4), permite o acoplamento da máquina no trator aos três pontos deste, ao mesmo tempo que também serve para ajustar a regulagem de espaçamento entre os módulos.

Pelo limitador de curso de movimento (5) evita-se que a máquina entre em operação fora da área de plantio. Os elementos (6 e 7) servem para fixação do sulcador e tapador, respectivamente.

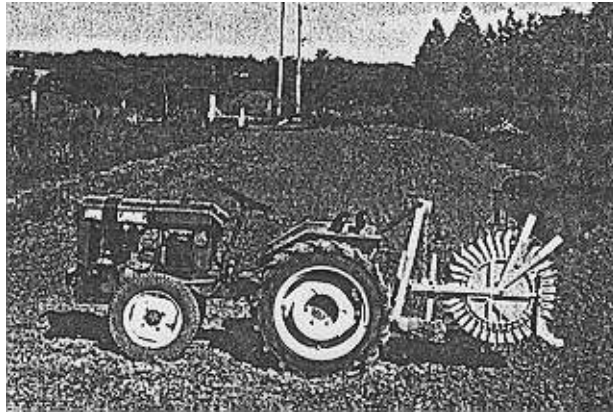


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Plantadora acoplada ao trator para a operação de plantio[SCHMIDT]**

2.1.3.3 MÁQUINA COLHEDORA DE ALHO

Araújo[ARAÚJO Jr.] identificou que os custos relacionados ao processo de colheita, relativamente aos gastos com mão-de-obra (arrancamento, amarração e transporte) contabilizam cerca de 9,5% dos custos totais da produção. Por outro lado, é estimado que aproximadamente 95% do tempo despendido na colheita é consumido no processo de arrancamento e amarração dos bulbos de alho, tarefas extremamente cansativas e desconfortáveis. Além disso, a operação de colheita é revestida de extrema importância. Requer cuidados e tem prazos bem definidos, que se não forem cumpridos compromete todo investimento feito até então.

Os principais requisitos estabelecidos nesse processo são: não danificar os bulbos; não separá-los das hastes; permitir a colheita de bulbos em diferentes espaçamentos; efetuar a amarração dos bulbos em feixes; depositar as plantas sobre o terreno.

A partir desse requisitos, Araújo[ARAÚJO Jr] desenvolveu um projeto modular para permitir acoplar mais de um módulo da colhedora ao trator. Na **Erro! Argumento de opção desconhecido.** tem-se a representação esquemática da máquina e a disposição dos módulos e de seu acoplamento ao trator.

À medida que a máquina é movimentada em direção ao centro do canteiro, as plantas vão sendo recolhidas por um par de correias, que arrancam as plantas do solo, transportando-as até a saída. Durante o transporte na correia, os bulbos são limpos e colocados diretamente sobre o canteiro.

Esse protótipo foi construído e testado no *Tsukuba International Agricultural Training Center* (TIATC), Japão. Verificou-se que o equipamento não se mostrara eficiente no recolhimento das plantas. A forma rígida de fixação dos módulos não admitiam desalinhamentos máquina-linha de plantio. A ocorrência desse desalinhamento comprometia a efetivação da operação de colheita do alho.

A concepção final como está mostrado na **Erro! Argumento de opção desconhecido.**, faz o corte das raízes, o arrancamento das plantas e sua deposição sobre o solo, sem amarrá-los em molho. A operação de amarração ficou para ser desenvolvida posteriormente.

A colocação da máquina no engate situado na traseira do trator (**Erro! Argumento de opção desconhecido.**), também gerou problemas ergonômicos para o operador. Por ter que manter máquina-linha de plantio alinhados e ao mesmo tempo guiar o trator na direção correta, o tratorista era obrigado a constantes deslocamentos do corpo, ora olhando para frente, ora olhando para traz. Além disso, o protótipo excedeu em 110mm a largura máxima recomendada para cada módulo (300mm).

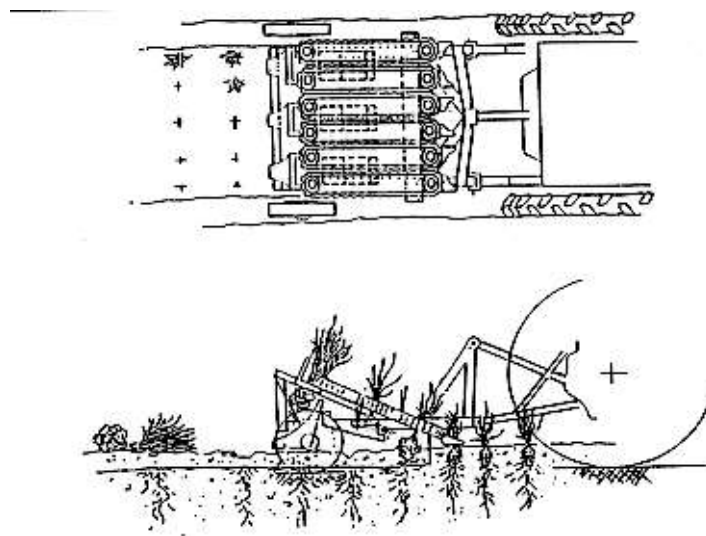


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. Solução conceitual para o primeiro protótipo da colhedora[ARAÚJO JR]

Em face desses problemas, Araújo[ARAÚJO Jr] propôs uma nova concepção fazendo, neste caso, o uso de novos princípios de funcionamento, que melhor se adequassem aos requisitos de projeto especificados.

O desenho esquemático da **Erro! Argumento de opção desconhecido.** mostra a solução conceitual da nova concepção da máquina colhedora de alho. O implemento, também será acoplado aos três pontos (1), na traseira do trator. Com o movimento do trator para a ação de colheita, as hastes das plantas passam a ser guiadas entre dois rolos consecutivos (2,3), onde permanecem até o momento de serem arrancadas, quando o segundo rolo (3) encontra o seu contrapart (4), do sistema de rolos inferiores. Agarradas pelo par de rolos (3,4) as plantas são arrancadas e elevadas até o momento em que serão liberadas sobre o canteiro. Uma lâmina (5) corta as raízes das plantas, soltando os bulbos no solo, o que facilita o arrancamento. As rodas (6), possuem a função básica de nivelar o implemento em relação ao canteiro e da lâmina em relação a profundidade de corte. Essa nova concepção faz a colheita das plantas por varredura, no canteiro, dispensando o uso de elementos direcionadores. A limpeza das plantas é feita pelos próprios rolos do sistema inferior(7), os quais, em seu movimento descendente, impactam-se contra os bulbos.

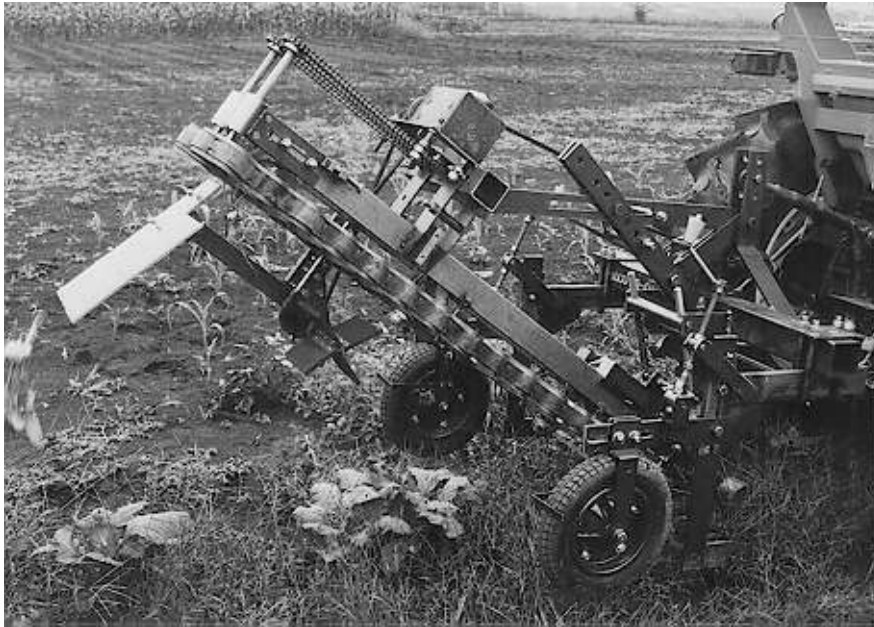


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Posicionamento da colhedora aos três pontos do trator**

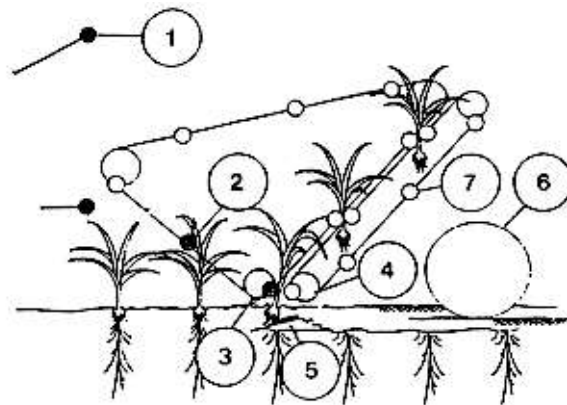


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Solução conceitual para a colhedora de alho[ARAUJO JR]**

O implemento pode ser tracionado por trator de médio porte e fica acoplado aos três pontos de um trator. A velocidade prevista para o deslocamento do trator, na operação de retirada das plantas é de 3 km/h. A produtividade estimada é de 3 hectares por dia de 8h/dia de trabalho.

2.1.3.4 MÁQUINA BENEFICIADORA E CLASSIFICADORA DE BULBOS

Segundo Silva [SILVA], os equipamentos existentes para fazer a toaleta dos bulbos, descritos na literatura, são de operação semi-mecanizada, onde o operador passa a planta através de escovas limpadoras e cortadores da haste e das raízes. Existem registros em patentes de máquinas que fazem a operação automaticamente, mas não se têm notícias de sua comercialização.

Para completar a mecanização da cultura do alho foi preciso conceber uma máquina que preparasse o produto para a armazenagem, embalagem e venda. Foi então desenvolvido uma máquina para beneficiamento de bulbos, que também efetua, as operações de limpeza do bulbo e a classificação dos mesmos pelo diâmetro. Os principais requisitos são: não danificar os bulbos; cortar a rama dos bulbos; cortar as raízes dos bulbos; retirar as túnicas soltas; transportar a rama, raízes e bulbos para locais definidos, classificar os bulbos pelo diâmetro. Além disso exige-se que esteja integrada ao conjunto de equipamentos utilizados para a mecanização da cultura do alho, seja de baixo custo e de fácil manutenção.

Silva [SILVA], concebeu a máquina beneficiadora e classificadora, admitindo que todo esse processo fosse feito em dois momentos distintos: um responsável pela beneficiamento e outro pela classificação. A máquina deve ter uma capacidade de processar até 60 pés de alho por minuto, classificando os bulbos em 7 tamanhos diferentes. Essa classificação é feita por sensores que ao detectarem o tamanho do bulbo, o classificam e armazenam nas respectivas caixas.

Na **Erro! Argumento de opção desconhecido.**, tem-se um esquema da concepção proposta. Os diferentes mecanismos da máquina são movimentados por um motor (N) de 0,5 CV de potência, com a rotação de entrada de 3600 rpm. Da rotação de saída do motor é feito uma série de reduções, pelas polias (1,2,3,4) e engrenagens (5 e 6) obtendo-se, finalmente, uma redução de rotação tal que aciona a mesa giratória (7) a 10 rpm. Nesta mesa estão fixas as garras (8), onde os alhos são colocados para serem limpos e classificados. Com os alhos presos, as garras passam por uma lâmina (9), que possui um movimento vertical para compensar a diferença de altura dos bulbos e que corta a raiz dos mesmos; passam ainda por outra lâmina (10) que corta a haste e por uma escova (11) que arranca as túnicas. O movimento destas lâminas e o da escova é dado pela árvore (C)através das polias (12,13,14,15,16,17,e 18).

As árvores (A e B) são fixadas por suportes ao tubo (E). Neste tubo são presos os pés (F), o motor (N) e o tubo circular (G), que tem por função servir de apoio para a tela de cobertura (H) e de apoio para o transporte da máquina. As árvores (C, I, J e M) são fixadas ao braço (L).

O sistema de classificação dá-se na outra metade da mesa, sendo constituído por sensores (chaves fim de curso) e por solenóides. Estes solenóides estão colocados em distâncias pré-fixadas, correspondente às sete classificações dos diâmetros do alho. Uma vez detectado o diâmetro, um sinal é enviado ao solenóide, que abre a garra deixando o bulbo, já limpo, cair em caixas colocadas ao redor da mesa.

Os solenóides e sensores estão presos a uma mesa fixa (19) no interior da mesa giratória a qual está presa ao eixo fixo (D).

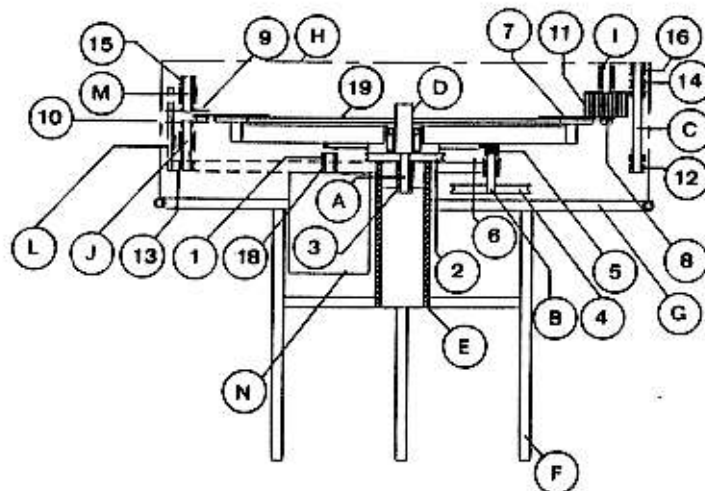


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Máquina beneficiadora e classificadora de bulbos de alho[SILVA]**

2.1.4) ADEQUAÇÃO DE IMPLEMENTOS PARA SISTEMAS CONSERVACIONISTAS: CULTIVO MÍNIMO E PLANTIO DIRETO EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS

Para a implantação do Projeto Microbacias/BIRD, o Estado de SC foi dividido pela equipe de Projeto de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas, em nove grandes bacias. A região do Tijucas/Madre é a bacia VI e abrange 9 municípios que se localizam próximo de Florianópolis, SC.

De uma maneira geral, nas pequenas propriedades rurais, os solos são preparados, em sua maioria, de maneira convencional, utilizando instrumentos como o arados de aiveca, as grades de discos ou as grades de dentes, a tração animal ou com trator de rabiça. Neste caso é usada a enxada rotativa que provoca profundas alterações nas propriedades físicas dos solos, principalmente, em solos argilosos.

O preparo convencional, quando usado indiscriminadamente, tem provocado compactação sub-superficial, crostas superficiais e diminuição da infiltração de água, deixando o solo descoberto sofrendo a ação do sol, da chuva e dos ventos, favorecendo a erosão e a degradação dos mesmos. O problema é mais grave quando o preparo do solo é realizado fora das condições ideais de umidade. Outro aspecto que acentua a ocorrência da erosão notadamente nas pequenas propriedades, advém da necessidade que os agricultores têm de cultivar solo com declividade acima de 20% (áreas chamadas de conflito) e o fazem sem o uso de práticas eficientes no controle da erosão [WEISS].

A alternativa para esse problema é o cultivo mínimo. Para isso é preciso implementar a semeadura direta que é sem dúvida uma técnica que reduz significativamente a erosão e a degradação dos solos. Esta técnica consiste em manter a superfície do solo coberta com uma espessa camada de resíduos vegetais. É realizada diretamente sobre os resíduos com máquinas, que efetuam o corte da palhada, preparando o solo apenas na linha de semeadura, onde são depositados o adubo e as sementes.

Em função da problemática do preparo do solo e da semeadura e adubação das culturas anuais nas pequenas propriedades, visando o cultivo mínimo e o plantio direto, tornou-se necessário, segundo Weiss[WEISS], executar as seguintes atividades principais:

- Diagnosticar a mecanização agrícola existente, no que se refere ao preparo do solo, plantio e tratos culturais, nas microbacias trabalhadas pelo Projeto Microbacias/BIRD, na região do Tijucas/Madre;
- Identificar máquinas e implementos agrícolas, e testar seu desempenho operacional, com relação aos sistemas de cultivo mínimo e plantio direto; e
- Propor melhoramentos mecânicos aos implementos considerados com potencial para tal procedimento.

Para realizar este trabalho foi escolhido a região da bacia hidrográfica do rio Tijucas/Madre. Esta região, assim como grande parte do Estado de Santa Catarina, se caracteriza pela concentração de pequenos agricultores, grande parte ainda praticantes de uma agricultura denominada tradicional, baseada no uso intenso da mão-de-obra familiar e dos recursos naturais. As atividades agrícolas praticadas na região estão ligadas, principalmente, à produção vegetal, com maior ênfase para as culturas anuais. Em alguns municípios a pecuária é tida como atividade secundária, com ênfase na exploração do leite e seus derivados.

Para a obtenção dos dados de campo sobre a mecanização agrícola, Weiss[WEISS] elaborou um questionário, o qual é composto de dados informativos gerais sobre a propriedade: área total; área cultivada; pessoas envolvidas no trabalho da propriedade; tipos e classes de aptidão de uso do solo; principais culturas cultivadas; sistemas de cultivo utilizados; espécies cultivadas para adubação verde e ou cobertura morta do solo; técnicas de manejo e conservação do solo. No que se refere à mecanização agrícola: questionou-se sobre as fontes de potência e implementos usados pelos agricultores no preparo do solo; plantio; tratos culturais e manejo da cobertura vegetal. Também buscou-se, através do questionário, avaliações feitas pelos agricultores, com relação ao desempenho dos implementos para uma série de características operacionais.

O levantamento dos dados de campo foi realizado com a aplicação individual do questionário junto aos agricultores da região em oitenta e uma propriedades.

Em função da necessidade de adaptações e aprimoramento desses implementos para o trabalho no sistema de cultivo mínimo e plantio direto, foram selecionados para testes, os implementos que estão sendo utilizados pelos agricultores para manejo da cobertura vegetal, escarificação do solo (cultivo mínimo) e semeadura direta.

Os testes foram realizados em área representativa e com implementos na fase de uso, ou seja, implementos que estão sendo utilizados pelos agricultores da região da bacia hidrográfica do Tijucas/Madre e da região do alto vale do Itajai, que foram evidenciados pelo levantamento de campo efetuado em setembro/dezembro de 1995 sendo, posteriormente, selecionados para testes.

O solo da área onde foram realizados os testes está classificado como cambissolo com classe de aptidão de uso 3d (área com restrição para o cultivo de espécies anuais). A topografia da área situa-se na faixa de 12 a 30 % de declividade. São solos que apresentam limitações quanto a fertilidade e quanto a erosão potencial.

Para a realização dos testes a área foi dividida em 11 faixas, medindo 20 x 6 m, que no momento dos testes apresentava-se com uma cobertura vegetal, quantificada em 3,5 t/ha de massa verde ou 1,2 t/ha de massa seca.

Dos testes identificou-se vários equipamentos que necessitam de trabalhos de melhoramentos. Estes trabalhos estão em fase de execução, e já foram definidos melhoramentos para os implementos de preparo ou manejo de plantas para adubação verde, na forma de cobertura vegetal para o cultivo mínimo e ou plantio direto. Os implementos rolo-facas e rolo-discos existentes nas propriedades após os testes de desempenho operacional, foram avaliados e estão sendo reprojatados, no sentido de melhorar o corte e o acamamento da cobertura vegetal, tornando-os eficiente para a função de preparar a área de plantio.

Como implementos alternativos, para a mecanização nos sistemas conservacionistas, estão sendo desenvolvidos um picador para manejo de coberturas vegetais e o reprojeto de uma semeadora/adubadora para plantio direto pelo sistema de covas.

2.1.4.1 DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTO PARA MANEJO DE COBERTURAS VEGETAIS EM PEQUENAS PROPRIEDADES AGRÍCOLAS

Este equipamento está sendo desenvolvido pela mestrando Salete dos SANTOS, com o objetivo de reprojatar e avaliar o desempenho dos rolo-facas e rolo-discos, usados na Microbacia do Tijucas/Madre. Foi projetado uma estrutura básica que vai servir para acoplar o módulo do rolo-facas ou do rolo-discos. Todo o projeto está sendo desenvolvido para facilitar esta operação de permuta entre um ou outro equipamento com facilidade, simplicidade, ergonomia e rapidez. Deseja-se ainda que o equipamento melhore, ao mesmo tempo, a eficiência na operação de manejo da cobertura e proporcione facilidades de manobra nessa operação. Para isso foi fixado alguns requisitos mínimos para cada um dos equipamentos.

Para o rolo-facas objetiva-se ter:

- disposição helicoidal dos elementos de corte;
- elementos de corte de fácil colocação e também fácil retirada para afiação, tipo encaixe rápido, sem utilização de parafusos;
- peso compatível para tração animal ou trator de rabiças (250 kg sem lastro);
- largura útil de trabalho 120 cm;
- material dos elementos de corte (aço 5160), com tratamento térmico visando resistência a impactos e facilidade de afiação;

Para o rolo-discos:

- colocação, à frente dos elementos de corte, de dispositivo eficiente para garantir melhor acamamento das coberturas vegetais;
- discos de corte com diâmetro de 50 cm;
- adaptação de sistema para acamamento lateral de coberturas vegetais com hábito de crescimento ereto;
- peso compatível para tração animal ou trator de rabiças (200 kg).

A utilização de um ou de outro vai depender do tipo de cobertura verde existente e do tipo de solo. Este equipamento está na fase de testes agrônômicos para validação.

2.1.4.2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UM IMPLEMENTO ALTERNATIVO PARA O MANEJO DE COBERTURAS VEGETAIS EM PEQUENAS PROPRIEDADES AGRÍCOLAS

O estudo relacionado ao manejo alternativo de coberturas vegetais e a construção de equipamentos para executar essa tarefa, está sendo realizado pelo Mestrando Eduardo CASTALDO. Este implemento, visa atender situações específicas de manejo de coberturas vegetais, nas quais o rolo-facas e o rolo-discos não apresentam desempenho satisfatório. Entre vários aspectos que envolvem este manejo podem ser destacados os seguintes: solos arenosos, no caso as areias quartzosas, nos quais a ação de corte tanto do rolo-facas ou do rolo-discos não é satisfatório devido à baixa resistência que estes solos oferecem como suporte ao corte da vegetação; solos com pedras soltas, as quais danificam os elementos de corte dos equipamentos citados; coberturas vegetais com maior resistência ao corte; preparo das coberturas para uma decomposição mais rápida.

O implemento a ser desenvolvido deverá apresentar as seguintes características principais:

- os elementos de corte deverão estar dispostos em um rotor de forma articulada e balanceados e acionados à rotações entre 1500 e 1800 rpm;
- ser acoplável a tratores de rabiças e ou tração animal, nesse caso, acionado por motor estacionário;
- o rotor deverá ter adequado sistema de proteção para garantir segurança ao operador;
- largura de corte compatível com potência disponível nos microtratores de rabiças (11 a 16 c.v.).

2.1.4.3 REPROJETO DE UM PROTÓTIPO DE SEMEADORA / ADUBADORA PARA PLANTIO DIRETO PELO SISTEMA DE COVAS

Essa máquina foi projetada por Bertapelli [BERTAPELLI] para atender as necessidades do pequeno produtor rural, proporcionando uma semeadura com boa eficiência, pequeno esforço físico e utilizando pequenas fontes de potência para a tração. A semeadora foi concebida tanto para a tração animal como para ser acoplada ao micro trator articulado, também projetado e construído no Laboratório de Projeto EMC/UFSC [VALDIERO, RESENDE]. Dado a concepção modular, dependendo da fonte de tração, poderão ser montados tantos conjuntos quanto comportar a barra porta ferramenta do trator, admitindo semear várias linhas simultaneamente.

Para uma melhor compreensão mostra-se na **Erro! Argumento de opção desconhecido.** o protótipo, subdividido em quatro subconjuntos principais: Estrutura, reservatórios, sistema dosador/covador e sistema compactador.

A estrutura (T), foi construída com perfis tubulares. Garante boa resistência mecânica, facilidade construtiva (operações de dobra e soldagem) e boa estética. Os

reservatórios (R) foram construídos de chapa metálica com capacidade de 17 litros para as sementes e 22 litros para o adubo. Tem uma autonomia aproximada de 3 horas. As sementes e o adubo são conduzidos até os dosadores, por tubos flexíveis. O sistema compactador (C) tem várias funções associadas: limitar a profundidade das covas, recobrir as covas e promover a compactar o solo sobre a semente.

O sistema dosador/covador (D), como está detalhado na **Erro! Argumento de opção desconhecido.**, é constituído do disco estrutural (1) posicionado ao lado do disco dentado (2). A este está soldado o aro (3) que serve de suporte para as 12 pás (dentes) (4), fixadas por parafusos ao aro. O mancal (6) é soldado ao disco estrutural. A polia (7) e o dosador de semente (8) são montados na ponta do eixo. O dosador de sementes é do tipo rotor vertical. A capa (10) do dosador de sementes, fixa ao disco estrutural, serve ainda de apoio a um dos mancais da escova (11), que faz a limpeza do dosador. O dosador de adubo (12), é do tipo canelado, está protegido pela capa (13), e segue a mesma disposição do dosador de sementes. Todo esse conjunto é sustentado por duas hastes laterais, que estão soldadas ao disco estrutural.

Como pode ser visto na **Erro! Argumento de opção desconhecido.**, a máquina tornou-se simples, compacta e robusta, na medida em que todos os dispositivos móveis de dosagem da semente e adubo ficaram concentrados junto ao disco duplo dentado. Os testes de campo mostraram-se satisfatórios em relação ao desempenho do novo sistema covador, apresentando uma eficiência de plantio de aproximadamente 84%.

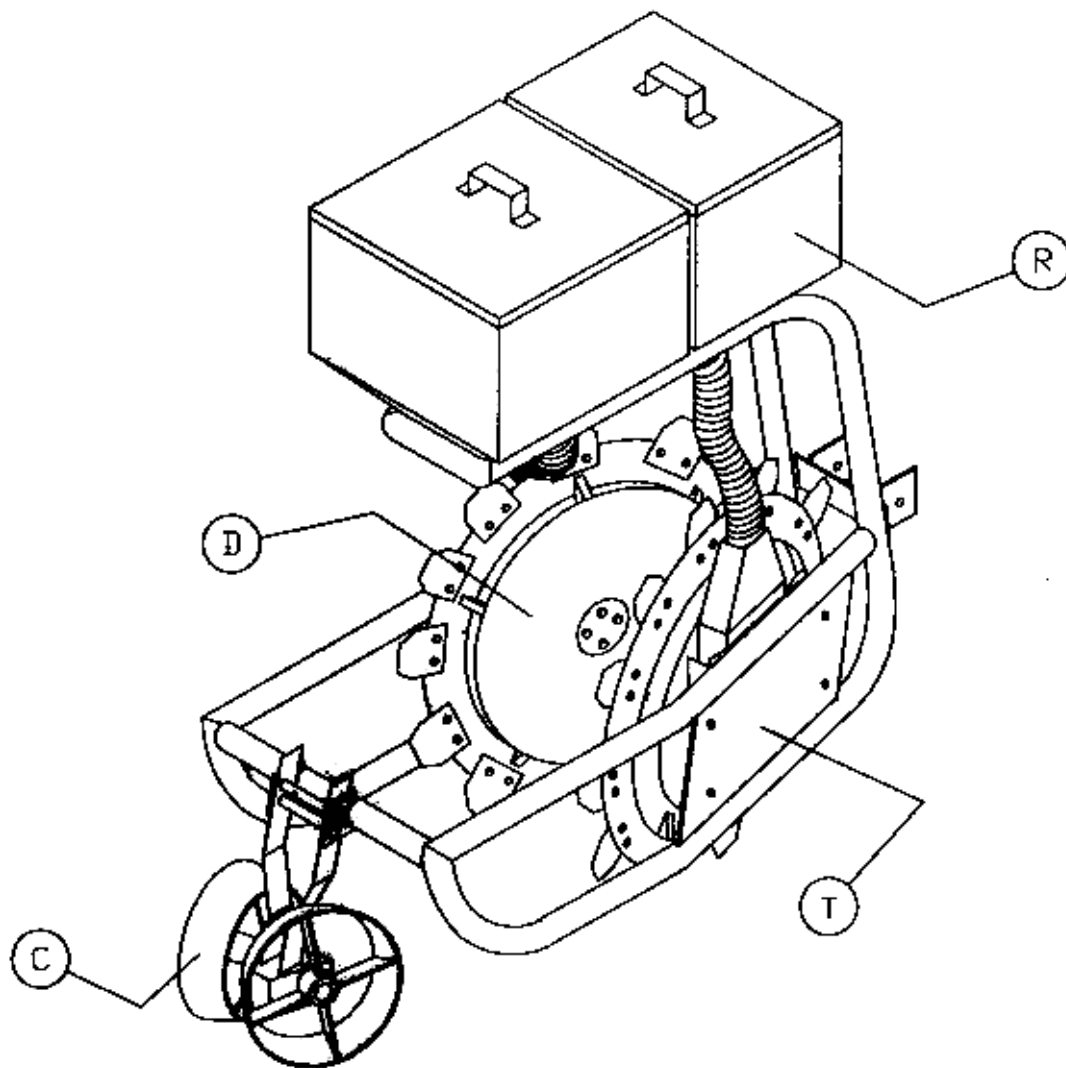


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Semeadora adubadora por covas para o plantio direto [BERTAPELLI]**

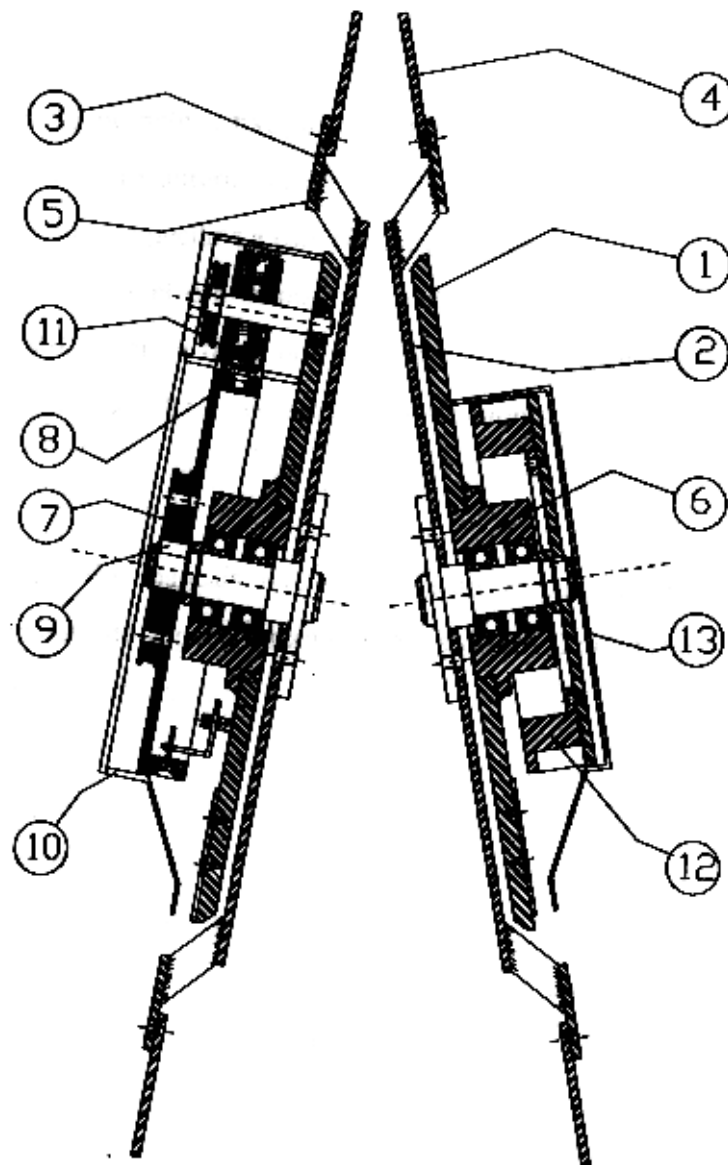


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. **Detalhamento do sistema dosador/covador [BERTAPELLI]**

Pelo resultado dos testes o protótipo demonstrou potencialidade de uso no sistema de plantio direto, como implemento alternativo apresentado, todavia, alguns problemas precisam ser resolvidos para torná-lo eficiente para a semeadura direta em pequenas propriedades.

A solução para os problemas detectados nos testes da semeadora deverão ser resolvidos na dissertação de mestrado: *Reprojeto do protótipo da semeadora/adubadora para o plantio direto pelo sistema de covas* que está sendo implementada pelo Engenheiro Marcos Alexandre LUCIANO.

As principais recomendações a serem implementadas são:

- adaptar a estrutura de sustentação da máquina para possibilitar a tração por trator de rabiças;
- redimensionar e reposicionar os reservatórios para posição mais próxima dos sistemas dosadores, evitando o uso de tubulações condutoras extensas;
- reestudo das dimensões e formas de discos e dentes do sistema covador;
- redimensionar a roda compactadora e adicionar sistema de mola para exercer força de pressão contra o solo.

2.1.5 OUTROS PROJETOS

Será apresentado a relação de outros projetos de máquinas e implementos agrícolas, que foram executados no laboratório de projeto:

- Tostador de Soja[BACK];
- Trilhadora [POSSAMAI, BACK];
- Colhedora de forragem acopláveis a tratores de rabiças[FORCELLINI];
- Máquina modular para o plantio de mudas de cebola[GILSON; PRETEL];
- Mecanismos dosadores de precisão para máquinas semeadoras a tração animal[OGLIARI];
- Semeadora adubadora de plantio direto a tração animal[DELLAGIUSTINA];
- Colhedora - enleiradora de feijão[ARAÚJO];
- Depilador manual de suínos[ROCHA];
- Micro-Trator articulado: tração e preparo de sulcos[VALDIEIRO];
- Micro-Trator articulado: sistema de direção e dispositivo porta-ferramentas [RESENDE];
- Semeadora - adubadora de precisão por covas para plantio direto[BERTAPELLI];
- Implemento de abertura e adubação de sulcos acoplado ao micro-trator articulado[AMORIM];
- Avaliação e reprojeção do protótipo da semeadora de arroz pré-germinado[PERES].

Além dos trabalhos anteriormente descritos, e paralelamente a estes, o grupo de pesquisa vem desenvolvendo trabalhos nas seguintes áreas:

- especificações de projeto e de produtos industriais;
- projeto conceitual de produtos;
- modelagem de produtos;
- re-projeção de produtos;
- projeto para a confiabilidade e para a manutenibilidade;
- projeto modular;
- projeto para a manufatura e montagem;
- gerenciamento do processo de projeto;
- estimativa de custos no processo de projeto.

3. CONCLUSÃO

A opção de trabalhar com metodologia de projeto aplicada ao desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas para pequenas e médias propriedades rurais foi sustentada, tanto na necessidade de contribuir para a melhoria do padrão tecnológico desse setor, quanto pelos desafios que esse campo de pesquisa representa para a engenharia.

Pela história vivenciada até aqui, pode-se concluir que o planejamento da pesquisa em máquinas e implementos agrícola deve basear-se em estratégias de desenvolvimento de tecnologia que priorize as ações que estejam, fortemente, vinculadas ao processo de projeto, ao invés de preocupar-se, exclusivamente, com a solução de problemas específicos.

Os processos de projeto devem situar-se em contextos que valorizam e levam em consideração o conhecimento acumulado pela humanidade, produzindo assim, máquinas e implementos tecnologicamente desenvolvidos, e apropriados ao chamado: *desenvolvimento sustentável*. Esse conhecimento acumulado estão por exemplo, contidos nos diversos métodos e técnicas que são apresentados e discutidos nas disciplinas que formam o arcabouço teórico da área de Metodologia de Projeto.

Foi essa prática que permitiu desenvolver um tão grande e tão variado número de projetos e de máquinas.

Concluiu-se, ainda, que existem enormes dificuldades que têm impedido transformar todos esses protótipos em produtos. Essas dificuldades têm vínculos enraizados em diversos setores da sociedade brasileira. Estão na dificuldade de comunicação entre as instituições de ensino e pesquisa com os setor industrial, com o setor agrícola e com os órgãos de fomento. Estão na indefinição das políticas agrícolas, na premência e na não continuidade dos projetos para o setor agrícola. Estão na falta de cultura do empresário agrícola e do empresário industrial em desenvolver e implementar projetos em parcerias com Institutos de Pesquisas e Universidades.

Finalmente, concluiu-se que a experiência acadêmica nessa área de pesquisa proporcionou a formação de um grande número de jovens pesquisadores, que poderão ajudar na transposição das barreiras que estão colocadas no cenário técnico-industrial do setor agrícola brasileiro. Paralelamente, consolidou-se uma metodologia de projeto de produto que foi e continua sendo testada em produtos para a pequena e média propriedade agrícola.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, F.L., *Implemento de abertura e adubação de sulcos acoplados ao Mirco-Trator articulado*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1993. Dissertação (Mestrado).
- ARAÚJO, A.G., *Desenvolvimento do protótipo de uma colhedora enleiradora de feijão*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1993. Dissertação (Mestrado).
- ARAÚJO JR., C.S., *Desenvolvimento de tecnologias adaptáveis à mecanização da colheita do alho*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1993, 105P. Dissertação (Mestrado).

- BERTAPELLI, M.V., *Semeadora - adubadora de precisão por covas para plantio direto*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1995. Dissertação (Mestrado).
- BACK, N. et alii. *Avaliação tecnológica da indústria catarinense de máquinas e implementos agrícolas*. Relatório interno do Contrato de Compromisso de Cooperação Técnica e Financeira número 43/81 entre FEESC e STI/MIC, abril de 1982.
- BACK, N., *Metodologia de projeto de produtos industriais*. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Dois. 1983.
- BACK, N., *Experiências de desenvolvimento de protótipo de máquinas e implementos agrícolas de tecnologia intermediária*. Anais do III Ciclo de Estudos sobre Mecanização Agrícola. Jundiaí. SP: Divisão de Engenharia Agrícola - DEA. P.49-68. 1986.
- BACK, N., DIAS, A., FORCELLINI, F.A., LEAL, L.da C.M., *Alterações do protótipo de uma colhedora de forragens visando melhoramentos construtivos e de funcionamento*. XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA. Piracicaba, SP. Julho 1990.
- CHACON, E. C., *Desenvolvimento do protótipo de debulhadora de alho para sementes*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1992, Dissertação (Mestrado).
- CZIULIK, C., *Desenvolvimento do protótipo de uma semeadora de arroz pré-germinado*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, 1990, 186P. Dissertação (Mestrado).
- DELLAGIUSTINA, D.C., *Desenvolvimento do protótipo de uma semeadora adubadora de plantio direto a tração animal*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, 1990, 135P. Dissertação (Mestrado).
- FIOD NETO, M., *Desenvolvimento de um sistema computacional de apoio ao projeto de produto*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1993, 285p. Tese(Doutorado).
- FORCELLINI, F.A., *Desenvolvimento do protótipo de uma colhedora de forragens acoplável a tratores de rabiças*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1989, Dissertação (Mestrado).
- GUIA DA INDÚSTRIA DE SANTA CATARINA. Relação de Empresas e Produtos. Centro Internacional de Negócios. Florianópolis, SC: *Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina - FIESC*. 11p. 1997.
- OGLIARI, A., *Estudo e desenvolvimento de mecanismos dosadores de precisão de máquinas semeadoras*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1990, 133P. Dissertação (Mestrado).
- OLIVEIRA, D.L.M., *Estudo sistematizado das técnicas de PPM - projeto para a montagem*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1990. Dissertação (Mestrado).
- PERES, J.E.G., de M., *Avaliação e reprojeto do protótipo da semeadora de arroz pré-germinado*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, Dissertação (Mestrado ainda não concluído).
- POSSAMAI, O., *Desenvolvimento do protótipo de uma trilhadora portátil multicereais*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1985. Dissertação (Mestrado).

- PRETEL, D.F., *Desenvolvimento do protótipo de uma máquina modular para o plantio de mudas de cebola*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, 1989, 85P. Dissertação (Mestrado).
- RESENDE, R.C. de. *Desenvolvimento e construção do protótipo de um microtrator articulado: Módulo porta-ferramenta*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1995, 120P. Dissertação (Mestrado).
- RESIN, P.R. de S., *Desenvolvimento do protótipo de uma máquina desoperculadora de favos de mel*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1989, Dissertação (Mestrado).
- REZENDE, R.C., *Desenvolvimento e construção do protótipo de um Micro-Trator: sistema de direção e porta-ferramentas*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1994. Dissertação (Mestrado).
- ROCHA, A.M., *Desenvolvimento do protótipo de um depilador manual de suínos*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1993. Dissertação (Mestrado).
- SCHMIDT, A.S., *Desenvolvimento de sistema mecanizado para a cultura do alho*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, Tese (Doutorado ainda não concluído).
- SILVA, J.L.C., *Máquina para beneficiamento e classificação de bulbos*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, Dissertação (Mestrado).
- SANTOS, G.J.dos. *Desenvolvimento do protótipo de plantadora de mudas de cebola*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1987, 120P. Dissertação (Mestrado).
- VALDIERO, A . C., *Desenvolvimento e construção do protótipo de Micro-Trator articulado: tração e preparo de sulcos*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1994. Dissertação (Mestrado).
- WEISS, A. *Avaliação e desenvolvimento da mecanização agrícola auto-sustentada das microbacias do estado de Santa Catarina*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia Produção, UFSC, Tese (Doutorado ainda não concluído)
- YOKIMURA, C.D.L., *Eficiência e qualidade no projeto de produto com ênfase no método de Taguchi*. Florianópolis, SC: Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, 1991, Dissertação (Mestrado).