

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO
DE UMA MÁQUINA DESCASCADORA DE AMENDOIM

MAX CÉSAR DE ARAÚJO

CAMPINA GRANDE – PB

1999

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO
DE UMA MÁQUINA DESCASCADORA DE AMENDOIM

MAX CÉSAR DE ARAÚJO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO
DE UMA MÁQUINA DESCASCADORA DE AMENDOIM**

**Dissertação apresentada ao
Curso de Mestrado em
Engenharia Mecânica, da
Universidade Federal da
Paraíba, em cumprimento às
exigências para obtenção do
grau de Mestre**

**Orientadores: Prof. Dr. Natanael Victor de Oliveira
Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva**

**Campina Grande - PB
1999**



A663d Araújo, Max César de.
Desenvolvimento e avaliação de uma máquina descascadora de amendoim / Max César de Araújo. - Campina Grande, 1999. 81 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1999.
"Orientação : Prof. Dr. Natanael Victor de Oliveira, Prof. Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva".
Referências.

1. Máquina Descascadora - Amendoim. 2. Máquina Movida à Mão. 3. Máquina - Desenvolvimento e Avaliação. 4. Dissertação - Engenharia Mecânica. I. Oliveira, Natanael Victor de. II. Silva, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título

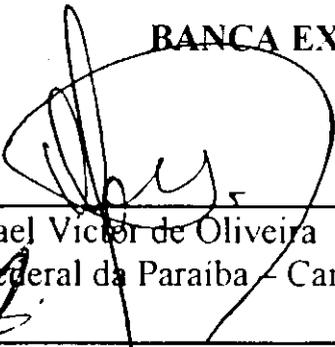
CDU 621.087:633.852.52(043)

MAX CÉSAR DE ARAÚJO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA MÁQUINA
DESCASCADORA DE AMENDOIM

Aprovada com distinção em 11 / 06 / 99

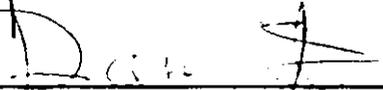
BANCA EXAMINADORA



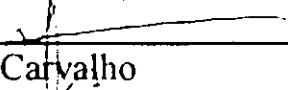
Prof. Dr. Natanael Victor de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba - Campus II



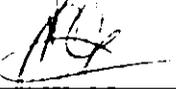
Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva
Embrapa - Algodão



Prof. Dr. Seyyed Said Dana
Universidade Federal da Paraíba - Campus I



Dr. Orozimbo Silveira Carvalho
Embrapa - Algodão



Prof. Dr. Antonio Almeida Silva
Universidade Federal da Paraíba - Campus II

CAMPINA GRANDE - PB
JUNHO DE 1999

*A meus pais Valfredo Henriques de Araújo
e Sofia César de Araújo, OFEREÇO.
Com muito amor à minha esposa,
Maristela de Fátima Simplício de Santana,
DEDICO.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, causa primeira de todas as coisas

A minha esposa, pelo apoio e paciência

A meus pais, pelas palavras de incentivo durante a realização deste trabalho

À CAPES, pelo apoio financeiro concedido durante a vigência do curso

À Embrapa Algodão, pelo tão importante apoio financeiro e técnico que transformou este trabalho em realidade

Ao Prof. Dr. Natanael Victor de Oliveira, pela orientação ponderada, pelos ensinamentos ministrados e todo o estímulo prestado no decorrer do curso

Ao Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva, pela orientação transparente e dedicada mas, sobretudo, pelo grande incentivo às minhas atividades profissionais

Ao Dr. Orozimbo Silveira de Carvalho e Prof. Dr Antonio Almeida Silva, pelas valiosas sugestões

Ao Prof. Dr. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão, do Departamento de Ciências Atmosféricas, UFPB – Campus II, pela colaboração nas determinações de fluxos de ar na máquina.

Ao curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, nas pessoas do Coordenador, Vice-Coordenador e demais professores membros do Departamento e à secretária Lúcia Márcia Donato Quirino, pela paciência e dedicação com que nos atendeu

Aos funcionários da Embrapa Algodão, Raimundo Estrela Sobrinho, pela colaboração concedida nos desenhos da máquina, e Nísia Luciano Leão, nas correções ortográficas e gramaticais do trabalho

Ao Dr. José Wellington dos Santos pela colaboração na análise estatística dos dados apresentados

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - Campus Amilcar Ferreira Sobral, na pessoa do Diretor Aroldo de Carvalho Reis, pelo apoio concedido

Aos colegas e amigos Darley Santiago, João Carlos e João Evangelista, pela colaboração e ajuda em prol da para a conclusão do trabalho

E aos demais amigos que, de alguma forma, contribuíram na elaboração desta dissertação.

SUMÁRIO

	Pagina
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	v
LISTA DE APÊNDICES	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. Introdução Geral	1
1.2. Objetivo do trabalho	3
1.3. Descrição do trabalho	4

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Introdução	5
2.2. Máquinas para o beneficiamento de amendoim	6
2.3. Dinâmica e mecanismo das máquinas	29

CAPÍTULO III

PROJETO E CONCEPÇÃO DA MÁQUINA POR ACIONAMENTO MECÂNICO E CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1	Introdução	31
3.2	Considerações gerais	32
3.2.1	Caracterização física das vagens e sementes da cultivar de amendoim BR1	32
3.2.2	Teor de umidade	34
3.2.2	Ângulo de repouso	35
3.3	Projeto e concepção da máquina por acionamento mecânico	36
3.4	Princípio de funcionamento da máquina por acionamento mecânico	45
3.5	Determinações da potência do motor e do fluxo de ar	46
3.5.1	Potência do motor	46
3.5.2	Velocidade do fluxo de ar	47
3.6	Conclusões	49

CAPÍTULO IV

ANÁLISE ESTATÍSTICA E ECONÔMICA DA MÁQUINA POR ACIONAMENTO MECÂNICO

4.1	Introdução	50
4.2	Análise econômica do descascamento	51
4.2.1	Custos fixos	51

4.2.1.1	Depreciação	51
4.2.1.2	Juros	52
4.2.1.3	Alojamento	52
4.2.2	Custos variáveis	53
4.2.2.1	Reparos e manutenção	53
4.2.2.2	Mão-de-obra	53
4.2.2.3	Energia elétrica	54
4.3	Custos operacionais da máquina por acionamento mecânico comparada à máquina por acionamento manual da Embrapa Algodão	54
4.4	Delineamento experimental e análise estatística	57
4.5	Conclusões	60

CAPITULO V

RESULTADOS OPERACIONAIS DA MÁQUINA POR ACIONAMENTO MECÂNICO

5.1	Introdução	61
5.2	Avaliação do desempenho da máquina	62
5.2.1	Eficiência no descascamento	62
5.2.1.1	Sementes inteiras	62
5.2.1.2	Sementes danificadas	64
5.2.1.3	Casca contida nas sementes	66
5.2.1.4	Casca obtida Capacidade operacional	67
5.2.2.	Capacidade operacional	69
5.3	Resultados operacionais da máquina descascadora de amendoim por acionamento manual e mecânico	71
5.4	Conclusões	74

CAPÍTULO VI
CONSIDERAÇÕES FINAIS

6. Considerações finais 75

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 77

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A	ampères
bu	base úmida
bs -	base seca
°C	graus centígrados
g -	grama
h	hora
cv	Cavalo vapor
Hp -	Horse power
kg	Quilograma
kg/h -	quilograma por hora
kw	Quilowatts
min -	minuto
mm	milímetros
m/s -	metro/segundo
R\$ -	Real
rpm	Rotação por minuto
v -	Volts
GL -	Graus de liberdade (análise estatísticas)
SI -	Semente inteira
SD	Semente danificada
SCh/S	Semente chocha junto da semente
C/S	Casca junto da semente
Vg/S	Vagem por descascar junto da semente
Casca	Casca obtida após o processamento
SD/C	Semente danificada junto das cascas
SCh/C	Semente chocha junto das cascas
S/C	Semente junto da casca
Vg/C	Vagem junto da casca

S –	Desvio-padrão
CV	Coeficiente de variação
RE/h –	Rendimento por hora
BR1	Cultivar de amendoim lançada pela Embrapa Algodão
Pi –	Peso inicial da amostra
Pf	Peso final da amostra
Ci –	Custo inicial
Cf	Custo final
T –	Vida útil em horas de trabalho por ano
D	Custo com a depreciação
J –	Custos com os juros de capital
Al	Custos com o alojamento
Cm –	Capital médio
I	Taxa de juros
t –	Número de horas de uso da máquina por ano
R	Custos com reparos e manutenção
SM	Salário mínimo
MO	Custos com a mão-de-obra

APÊNDICES

APÊNDICE A	Programa para análise estatística elaborado através do software SOC/NTIA da Embrapa Algodão.	A - 1
APÊNDICE B	Análise de velocidade e aceleração por cálculo vetorial e polígonos	B - 1
APÊNDICE C	Dados experimentais da avaliação de desempenho da máquina	C - 1
APÊNDICE D	Trabalhos publicados	D - 1
APÊNDICE E	Figuras das amostras processadas pela máquina beneficiadora de amendoim	E - 1

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1 Máquina por acionamento manual	10
Figura 2.2 Máquina por acionamento mecânico	11
Figura 2.3 Máquina manual descascadora de amendoim	13
Figura 2.4 Máquina por acionamento de pedal de bicicleta	14
Figura 2.5 Máquina por acionamento de pedal	15
Figura 2.6 Máquina semi-rotacional	16
Figura 2.7 Máquina rotacional com manivela	17
Figura 2.8 Máquina por acionamento a motor	18
Figura 2.9 Máquina de descascamento de amendoim por acionamento automático	19
Figura 2.10 Máquina BPI	20
Figura 2.11 Máquina compacta de acionamento motor	22
Figura 2.12 Máquina descascadora de amendoim	24
Figura 2.13 Máquina compacta descascadora de amendoim	26
Figura 2.14 Configuração esquemática da máquina manual	28
Figura 2.15 Foto da máquina manual (Embrapa Algodão)	29
Figura 3.1 Configuração esquemática da máquina por acionamento mecânico – vista lateral direita	37
Figura 3.2 Configuração esquemática da máquina por acionamento mecânico – vista lateral esquerda	38
Figura 3.3 Cilindro alimentador	39
Figura 3.4. Semi-cilindro descascador	40

Figura 3.5.	Tela côncava da máquina	41
Figura 3.6.	Ventilador	42
Figura 3.7.	Motor elétrico – 3cv	44
Figura 3.8	Mancais de rolamento	45
Figura 5.1	Percentuais de sementes inteiras descascadas na máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem	63
Figura 5.2	Percentuais de sementes inteiras descascadas na máquina por acionamento mecânico em três distancias distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem	63
Figura 5.3	Percentuais de sementes danificadas processadas na máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem	64
Figura 5.4	Percentuais de sementes danificadas processadas na máquina por acionamento mecânico em três distâncias distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem	65
Figura 5.5	Percentuais de casca obtida na semente após o processamento na máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem	66
Figura 5.6	Percentuais de casca contida na semente após o processamento na máquina por acionamento mecânico em três distâncias distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem	67
Figura 5.7	Percentuais de casca contida na semente após o processamento na máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5 kg de	68

amendoim em vargem

- Figura 5.8 Percentuais de casca obtida após o processamento na máquina por acionamento mecânico em três distâncias distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem 68
- Figura 5.9 Capacidade operacional da máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem 70
- Figura 5.10 Capacidade operacional da máquina por acionamento mecânico em três distâncias distintas, em uma amostra de 5 kg de amendoim em vargem 70

LISTA DE TABELAS

	Pagina
Tabela 3.1 Classes de comprimento e diâmetro de uma amostra de 1000 vagens de amendoim da variedade BR1	32
Tabela 3.2 Classes de comprimento e diâmetro de uma amostra de 1000 sementes de amendoim da variedade BR1	33
Tabela 3.3 Valores para fluxo de ar na saída do ventilador e na saída do conduto de cascas, estando a máquina com e sem carga	48
Tabela 4.1 Custo operacional da máquina descascadora de amendoim por acionamento mecânico (máquina otimizada), comparado com a máquina por acionamento manual (Embrapa Algodão) Campina Grande, 1998	55
Tabela 4.2 Custo total em (R\$) para o beneficiamento de 1kg de vagem e obtenção de 1kg de semente no processo de descascamento de amendoim da máquina por acionamento mecânico comparado a máquina manual (Embrapa Algodão)	56
Tabela 4.3 Resumo da análise de variância dos valores em grama de semente inteira, semente danificada, casca na semente, casca obtida e capacidade operacional de uma amostra de 5 kg de amendoim em vagem	59
Tabela 5.1 Resultados operacionais das máquinas manual (Embrapa Algodão) e mecânica no descascamento de vagens de amendoim Campina Grande, 1998	72

RESUMO

Visando oferecer alternativas tecnológicas para aumentar a capacidade de trabalho e reduzir custos de produção dos pequenos e médios produtores de amendoim da região Nordeste e, em particular, do produtor da região semi-árida paraibana, desenvolveu-se uma máquina descascadora de amendoim, partindo-se do princípio de funcionamento de uma máquina por acionamento manual desenvolvida na Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. O protótipo idealizado tem o acionamento mecânico e é composto, basicamente, dos seguintes componentes: chassi confeccionado em cantoneiras de ferro, para sustentação dos demais mecanismos; motor elétrico de 3 cv para acionamento dos dispositivos de descascamento e limpeza da máquina; sistema de descascamento composto por moega alimentadora, um cilindro alimentador, um semi-cilindro descascador dotado de grampos galvanizados e uma tela côncava semi-cilíndrica; sistema de limpeza com ventilador e comporta, para regulagem de ar, condutos de fluxo de ar e de transporte da casca, transportador da semente através de uma calha em declive; sistema de transmissão composto por polias de diferentes tamanhos, correias trapezoidais e braço de acionamento do semi-cilindro descascador. Em testes de avaliação utilizando-se amostras de amendoim com teor de umidade de 9,67% b.s., nas distâncias de 11, 16 e 21mm de abertura da tela côncava, em relação ao semi-cilindro descascador e com combinações de rotações do motor de 60, 80 e 100rpm, o equipamento apresentou capacidade média operacional de 257 a 384 kg/h de trabalho efetivo, eficiência de descascamento de 97% e quebra de sementes abaixo de 1%.

ABSTRACT

Aiming to offer technological alternatives to magnify the work capacity and to reduce costs of production of the small and medium peanut agriculturist of the Northeast region, in particular, of the agriculturist in the Semi-Arid region of the Paraíba State, a peeling machine of peanut has been developed, starting up from the principles of functioning of a machine for manual drive developed by Embrapa (a national company for agriculture research) in Campina Grande, PB. The idealized archetype has a mechanical drive and is composed basically, of the following components: Chassis made of angle-irons, for sustentation of the others mechanisms; electric engine (3 cv) for peanut peeling and for the cleaning devices of the machine; a peeling system composed of a feeding tank, a feeding cylinder, a peeling semi-cylinder endowed with galvanized cramps and a semi-cylindrical concave screen; system of cleanness with fan and locks for air regulation, conduits for air stream and for rind transportation, grain carrier (composed of a downhill gutter); transmission system composed of pulleys of different sizes, trapezoidal belts and a rod for driving the peeling semi-cylinder. In evaluation tests, using samples of peanut with 9.67% of humidity d.b., considering 11, 16 and 21 mm of aperture of the concave screen, in relation to the peeling semi-cylinder and with a set of rotations of 60, 80 and 100 rpm, the equipment presented an operational average capacity of 257 to 384 kg/h of effective work, peeling efficiency of 97% and break of seeds below 1%.

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1 Introdução Geral

O amendoim é uma das principais oleaginosas no Brasil e no mundo, com área plantada em torno de 20 milhões de hectares, cujos principais países produtores são: a Índia, a China, os EUA, o Sudão e o Senegal (FIGUEIREDO, 1992) tendo alcançado o patamar de 23 milhões de toneladas, com 80% da produção mundial oriundos dos países em desenvolvimento e aproximadamente 67% dos trópicos semi-áridos (SALES, 1995).

No início da década de 70, o Brasil se situava entre os sete primeiros países produtores de amendoim no contexto mundial, cujo principal produto comercializado era o óleo. Em meados desta década, sofreu grande redução de área plantada e, conseqüentemente, de produção, devido à competição de preço com a

soja. A partir da safra 1987/1988, tem-se verificado um retorno gradativo de crescimento na área cultivada com essa oleaginosa no País (FREITAS *et al.*, 1995).

Na safra 1994/95, foram colhidos cerca de 94.000ha de amendoim em casca no Brasil, com uma produção de 150.000t, cuja maior participação na área e na produção foi oriunda do Estado de São Paulo, enquanto a região Nordeste contribuiu com 5.800ha e 6.500t, o que correspondeu a um crescimento de 5% e 10%, respectivamente, com relação à safra anterior (PREVISÃO E ACOMPANHAMENTO DE SAFRAS, 1995) sendo os principais produtores os Estados da Bahia, Sergipe, Paraíba e Ceará.

Apesar da região apresentar grandes potencialidades edafoclimáticas para a exploração desta cultura, vários fatores têm contribuído para a sua lenta expansão, destacando-se o baixo nível tecnológico utilizado pelo agricultor e a falta de tecnologias adequadas à sua capacidade de adoção.

Entre as principais dificuldades técnicas no cultivo do amendoim ressaltam-se não somente a escassez de sementes melhoradas ou adaptadas à região e os altos custos de produção envolvendo mão-de-obra no plantio, na colheita e pós-colheita mas também, a carência de equipamentos e máquinas agrícolas adaptadas às necessidades dos pequenos e médios produtores nas operações de beneficiamento, visando à redução do esforço físico despendido e tornando disponível o tempo de trabalho para outras atividades na propriedade (ARAÚJO *et al.*, 1992; BARROS *et al.*, 1994).

Na região Sudeste, a cultura já se desenvolve em um nível tecnológico razoável e a mecanização faz parte de quase todas as etapas de exploração, ao

contrário do Nordeste, em que todas as operações que fazem parte do processo produtivo são realizadas de forma manual, proporcionando baixo rendimento, devido à sua morosidade e aos custos elevados. O processo de descascamento de vagens de amendoim é uma das operações de pós-colheita que demanda maior tempo e mão-de-obra, uma vez que um homem necessita de uma hora para descascar 1kg de vagem.

Em várias regiões produtoras de amendoim do mundo desenvolveram-se equipamentos de descascamento por acionamento manual, por pedais, por acionamento mecânico e da tração animal.

No Brasil, a Embrapa Algodão criou um protótipo de descascamento manual de amendoim que apresenta, como desvantagens, a não separação da casca das sementes, a baixa capacidade operacional e o alto índice de quebra de sementes.

Dentro deste contexto, verifica-se que a implantação de máquinas nesta tarefa é de fundamental importância para promover o aumento da capacidade de trabalho do pequeno e médio produtor de amendoim.

1.2. Objetivo do Trabalho

Neste trabalho, pretende-se desenvolver uma máquina descascadora de amendoim por acionamento mecânico de fácil manutenção e operação, de baixo custo relativo e alta capacidade operacional e avaliar o desempenho operacional, econômico e sua eficiência em condições reais de trabalho.

1.3. Descrição do Trabalho

O primeiro capítulo apresenta a introdução geral e os objetivos do trabalho, no qual se descreve a importância do amendoim e a necessidade de desenvolvimento de máquinas para o beneficiamento.

No capítulo dois é feita a revisão bibliográfica, procurando-se resgatar, com riqueza de detalhes, os mais diversos tipos de máquina descascadora de amendoim, através de ilustrações e configurações esquemáticas de projeto.

Já no capítulo três serão abordados os aspectos relativos ao projeto e concepção da máquina por acionamento mecânico.

No capítulo quatro, apresentam-se considerações sobre a análise econômica e estatística.

Por outro lado, no capítulo seguinte, verifica-se os resultados da máquina, seu desempenho e a eficiência no descascamento.

No capítulo seis, tem-se as conclusões finais do trabalho e se apresentam sugestões para futuros trabalhos.

Por fim, tem-se os apêndices constituídos de programa para análise estatística, o memorial de cálculos, os dados experimentais da avaliação de desempenho da máquina, trabalhos publicados em congressos e, ainda, figuras das amostras processadas pela máquina beneficiadora de amendoim.

CAPÍTULO II

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Introdução

Para o desenvolvimento de uma máquina de descascamento de amendoim, fazem-se necessários o conhecimento de outras máquinas desenvolvidas por pesquisadores no Brasil e no mundo, passando pelos mecanismos mais rústicos a outros mais elaborados, a avaliação dos componentes utilizados na sua confecção, a capacidade operacional, a eficiência de descascamento, a percentagem de danos nas sementes e algumas dimensões dos equipamentos. Também é de interesse o estudo dos métodos de análises de velocidade e aceleração, embora, não seja o objetivo principal do trabalho.

2.2. Máquinas para o beneficiamento do amendoim

O beneficiamento é uma das fases mais importantes no processo produtivo do amendoim, uma vez que melhora a aparência do produto, conferindo-lhe maior valor de mercado. Para tanto, tem-se pesquisado dos diversos tipos de máquina, seja por acionamento manual (semi-rotacional e rotacional), por acionamento de pedal, por acionamento a motor (semi-automáticas, automáticas, com peneiras classificadoras *etc.*) e até mesmo as acionadas por tração animal (GORE *et al.*, 1990).

O processo de descascamento de vagens do amendoim nas pequenas propriedades rurais, ainda hoje é realizado de forma manual, através da pressão dos dedos sobre as vagens, até a sua quebra, tornando essa operação cara, lenta e fatigante, uma vez que o rendimento por homem seria em média de 1 quilograma de vagem por hora. Para simplificar esta operação, nas regiões produtoras de amendoim dos continentes asiáticos e africanos, foram desenvolvidos equipamentos de acionamento manual e mecânico, com base no mesmo princípio de trilhadeiras de cereais (HOPFEN, 1970; CENTRAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 1981; CARRUTHERS, 1985 e SINGH, 1993).

Em geral, essas máquinas possuem, como princípio de descascamento, um cilindro ou um semi-cilindro dotado de pequenos dentes que, ao ser movimentado, atrita a vagem que se encontra contraposta a uma peneira de formato

“côncavo”, proporcionando a sua quebra e, conseqüentemente, a obtenção dos grãos. As máquinas de descascamento por acionamento mecânico possuem também um sistema de ventilação que promove a pré-limpeza da semente (SINGH E THONGSAWATWONG, 1983).

Para minimizar as dificuldades no descascamento do amendoim, a Coimbatore Centre of the PHTS desenvolveu máquinas descascadoras manuais e mecânicas. A máquina manual consiste, basicamente, de um chassi de sustentação, de uma alavanca acionadora, de um oscilador semi-cilíndrico ligado à alavanca acionadora, de ganchos presos ao oscilador semi-cilíndrico, elemento ativo responsável pelo descascamento e de uma peneira côncava; já na máquina por acionamento mecânico adicionou-se um motor e um dispositivo separador por fluxo de ar e, nos dois casos, o descascamento é efetuado com a fricção das vagens na peneira côncava proporcionado pelos ganchos, enquanto para o manejo se necessita apenas de um operador. Os rendimentos operacionais das referidas máquinas é de 12 kg/h para a manual e de 150 a 175 kg/h para a mecânica (CENTRAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 1981).

HOPFEN (1970) ressalta ser a máquina descascadora de amendoim por acionamento manual a mais simples, contendo essencialmente uma peneira semi-cilíndrica, e um eixo, o qual comporta a estrutura de barras descascadoras acionadas por uma alavanca móvel e rompem a vagem do amendoim contra a peneira semi-cilíndrica.

BOYD (1976) apresenta uma máquina manual composta por um chassi, uma alavanca acionadora, um côncavo, uma tela de orifícios retangulares e placas descascadoras, em que a tela pode ser trocada, de acordo com a variedade de amendoim a ser descascada.

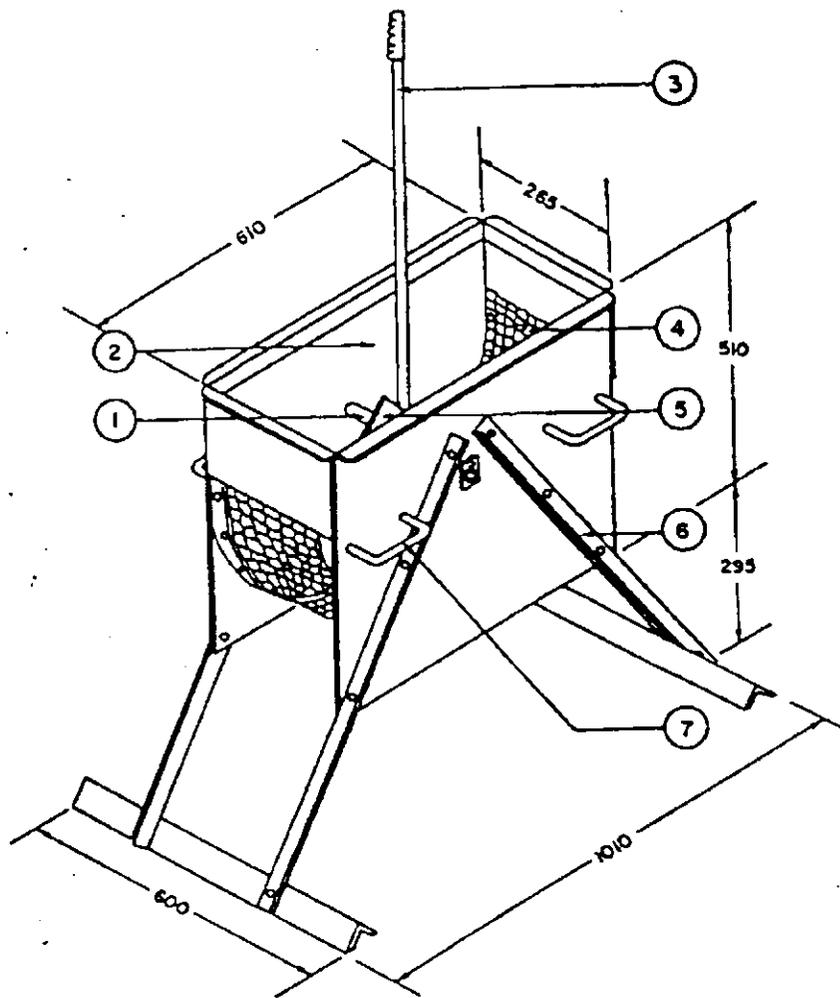
GUPTA *et al.* (1988) construíram, uma máquina de acionamento por pedal, operada por duas pessoas, alcançando o rendimento de 160 a 180 kg/h de vagem, com eficiência de descascamento de 98 a 99% e um percentual menor que 3% de sementes danificadas.

DASH *et al.* (1994) desenvolveram e avaliaram uma máquina descascadora operada por pedal, testando quatro variedades de amendoim em diferentes teores de umidade; a capacidade de descascamento foi de 72 kg/h e o custo foi calculado em US\$ 0,004 por quilograma.

CHUNG *et al.* (1985) estudando o protótipo de uma máquina descascadora de amendoim, constituída de um tambor giratório, batedores e uma malha côncava de arame conseguiram avaliar batedores de madeira e de borracha e concluíram, também, que estes são 10% mais eficientes no descascamento, porém provocam maiores danos às sementes e promovem uma limpeza pouco eficiente, obtendo-se capacidade de descascamento de 307 kg/h.

MAYEUX (1982) desenvolveu e avaliou uma pequena máquina descascadora de amendoim, obtendo rendimento de 70 kg/h, com percentagem de 77,5% de sementes inteiras, cuja a distância entre o dispositivo descascador e o suporte perfurado foi de 14mm e a malha da peneira de 40 x 9mm.

Em função da importância das máquinas no beneficiamento de amendoim, SINGH & THONGSAWATWONG (1983) estudaram alternativas para mudanças do acionamento manual para o mecânico para, assim, dotarem essas máquinas de dispositivos de limpeza e separação dos grãos. A máquina por acionamento manual tinha capacidade de 32 kg/h de sementes com quebra de 4,8% e eficiência de 96% (Figura 2.1) enquanto a máquina por acionamento mecânico teve capacidade de 175 kg/h de sementes em 145 movimentos por minuto, com 97% de eficiência (Figura 2.2).



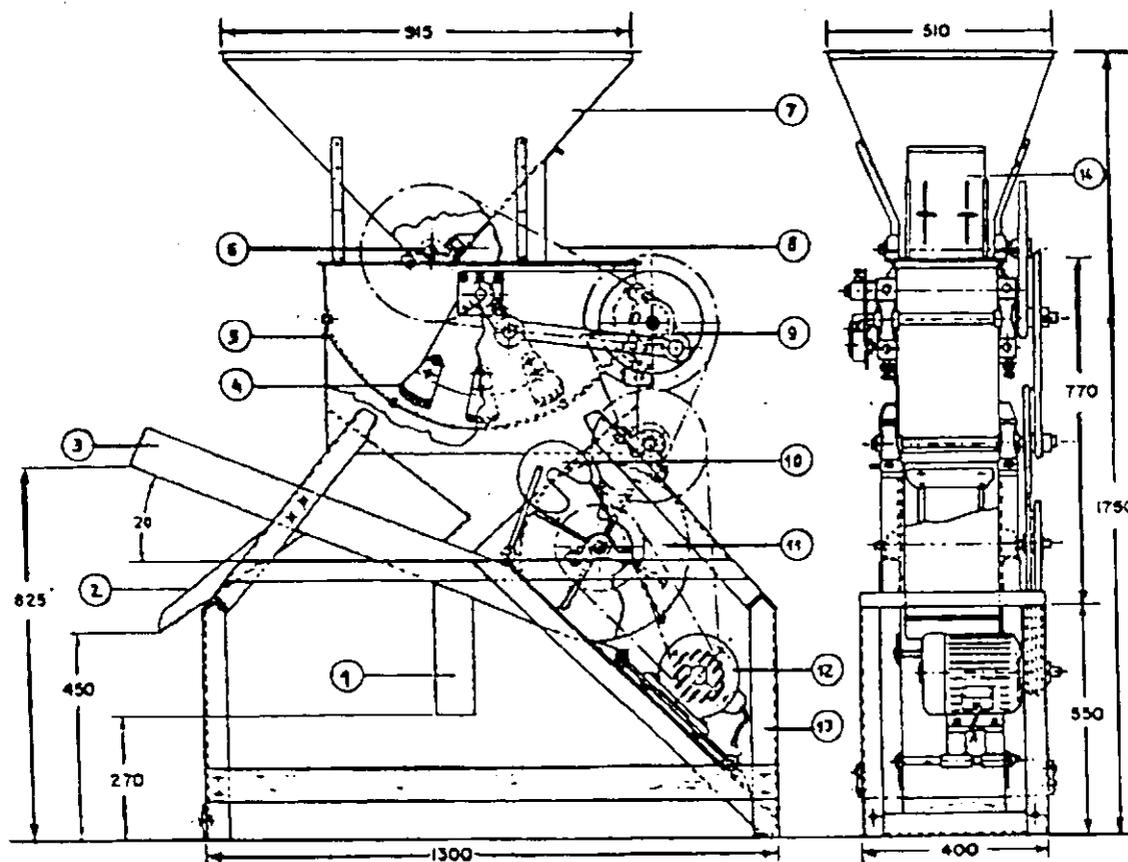
Todas as dimensões estão em mm.

Figura 2.1. Máquina por acionamento manual

Fonte: SINGH e THONGSAWATWONG (1983)

LEGENDA

- 1 – Eixo da barra de descascamento
- 2 – Câmara de descascamento
- 3 – Braço de acionamento
- 4 – Malha de arame côncavo
- 5 – Armação da barra de descascamento
- 6 – Chassi
- 7 – Alça de transporte



Todas as dimensões estão em mm.

Figura 2.2. Máquina por acionamento mecânico

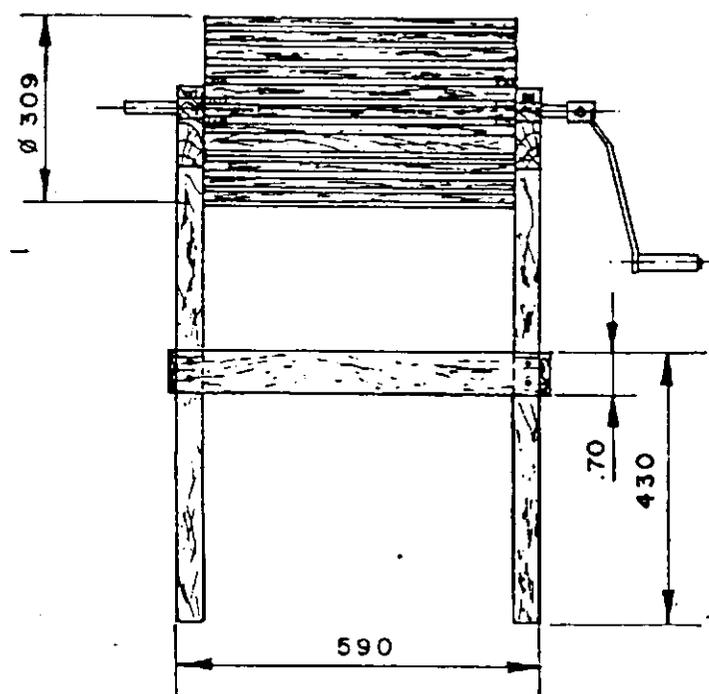
Fonte: SINGH e THONGSAWATWONG (1983)

LEGENDA

- 1 – Calha de coleta de sementes
- 2 – Calha dianteira
- 3 – Calha do ventilador
- 4 – Semi-cilindro descascador
- 5 – Arame de 3,4mm de diâmetro, malha 10x10mm
- 6 – Cilindro de quatro palhetas
- 7 – Moega alimentadora

- 8 – Correia
- 9 – Alavanca de acionamento
- 10 – Palheta do ventilador
- 11 – Ventilador centrífugo, 300mm de diâmetro
- 12 – Motor monofásico 2,2kw – 220v
- 13 – Chassi
- 14 – Ponta de madeira

SILVA *et al.* (1989) desenvolveram um equipamento de acionamento manual para o pequeno produtor (Figura 2.3) cujo princípio de funcionamento se baseia no uso de um cilindro de madeira contendo, na sua periferia côncava, pinos de ferro colocados equidistantemente e atuando junto a um gradeado côncavo que envolve o cilindro. Com o movimento do cilindro, ocorre a fricção das vagens no gradeado, provocando a quebra e, conseqüentemente, o descascamento. Na avaliação, o protótipo apresentou capacidade de descascamento equivalente ao trabalho de 22,7 homens por dia. Em relação ao percentual de danos às sementes, constatou-se que o mesmo foi de 15,07%.



Todas as dimensões estão em mm.

Figura 2.3. Máquina manual descascadora de amendoim

Fonte: SILVA *et al.* (1989)

GORE *et al.* (1990) citam sete máquinas de beneficiamento de amendoim, descritas a seguir: a máquina por acionamento de pedal de bicicleta (Figura 2.4) desenvolvida pela University of Philippines de Los Baños Laguna (UPLB) foi montada numa armação ou chassi, de forma que o operador ficasse sentado em um celim;. possuía mecanismo de separação de cascas e sementes, através de um fluxo de ar, e uma capacidade operacional de 40 a 80 kg/h.

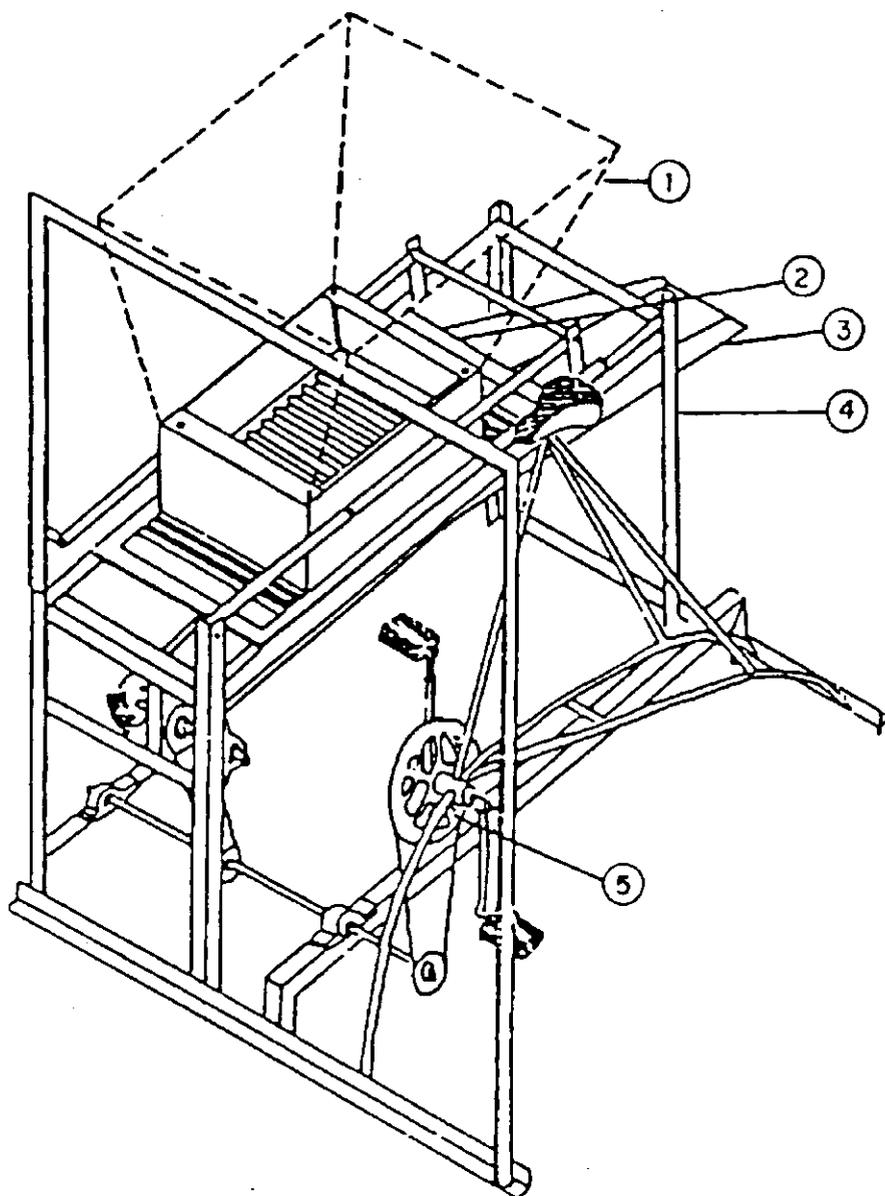


Figura 2.4. Máquina por acionamento de pedal de bicicleta.

Fonte: GORE *et al.* (1990)

LEGENDA:

- 1 – Moega alimentadora estacionária
- 2 – Rede de tela
- 3 – Saída dos grãos
- 4 – Celim de bicicleta
- 5 – Polia condutora de bicicleta

A “Hindsons Private Ltd”, Punjab, na Índia, desenvolveu uma máquina por acionamento a pedal (Figura 2.5), constituída de mecanismo de separação das sementes e cascas através de um fluxo de ar, obtendo uma capacidade de 25 kg/h..

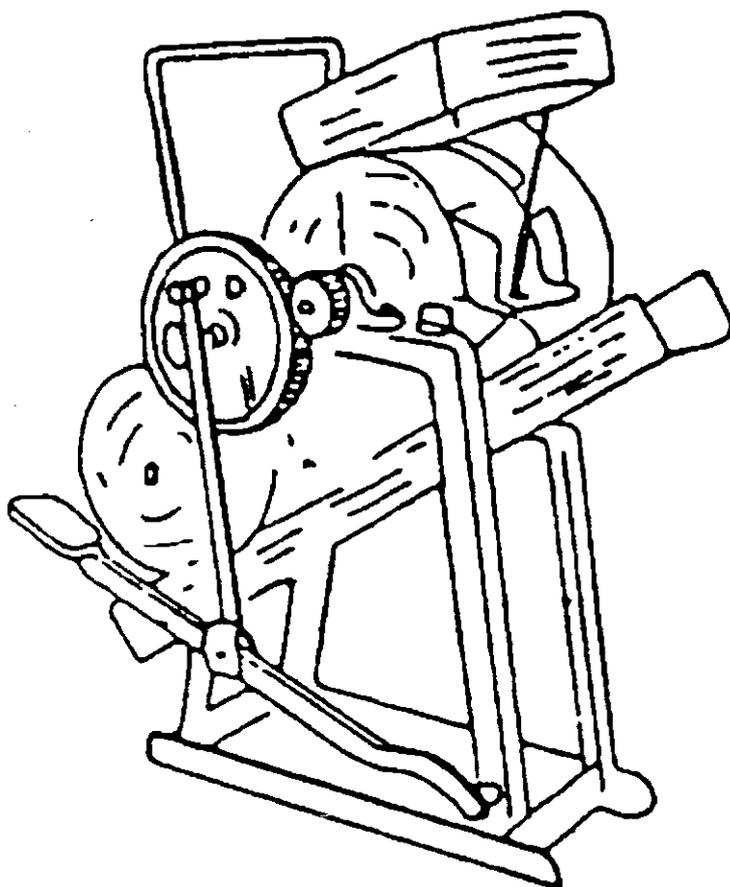


Figura 2.5. Máquina por acionamento de pedal

Fonte: GORE *et al.* (1990)

Uma máquina descascadora tipo semi-rotacional (Figura 2.6) foi construída por “Tropical Products Institute”, a qual consiste de uma alavanca ligada ao semi-cilindro descascador que, uma vez acionada manualmente, promove o

descascamento das vagens através do movimento semi-rotacional, não fazendo a separação da casca com a semente.

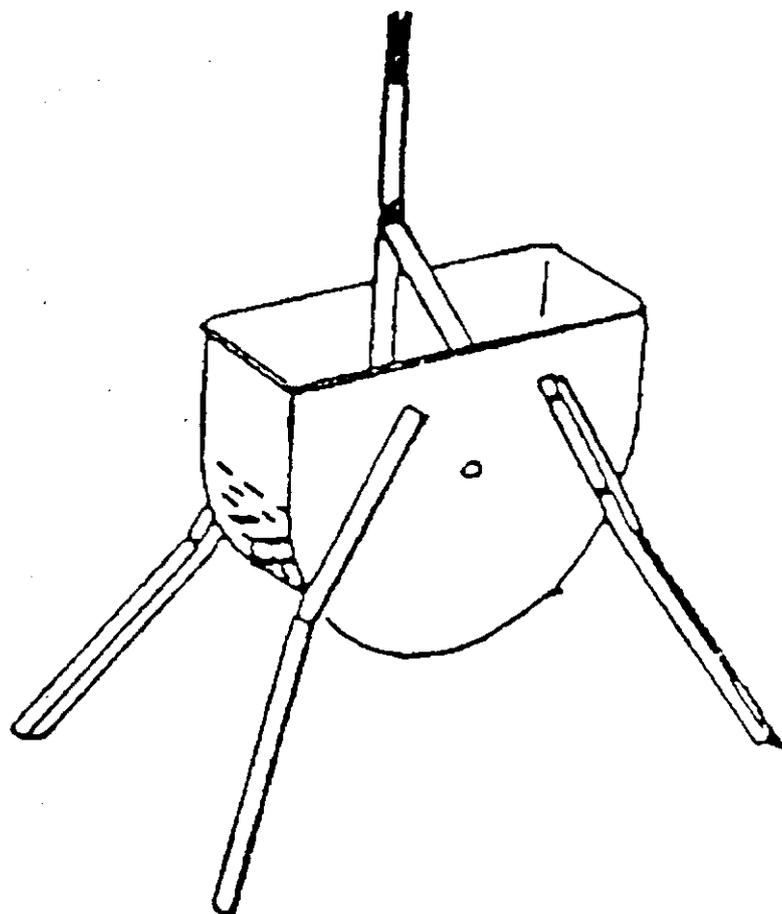


Figura 2.6. Máquina semi-rotacional

Fonte: GORE *et al.* (1990)

A “Dandekar Brothers, Maharashtra”, na Índia, desenvolveu um equipamento com movimento rotacional, que consiste de um cilindro acoplado a uma manivela (Figura 2.7).

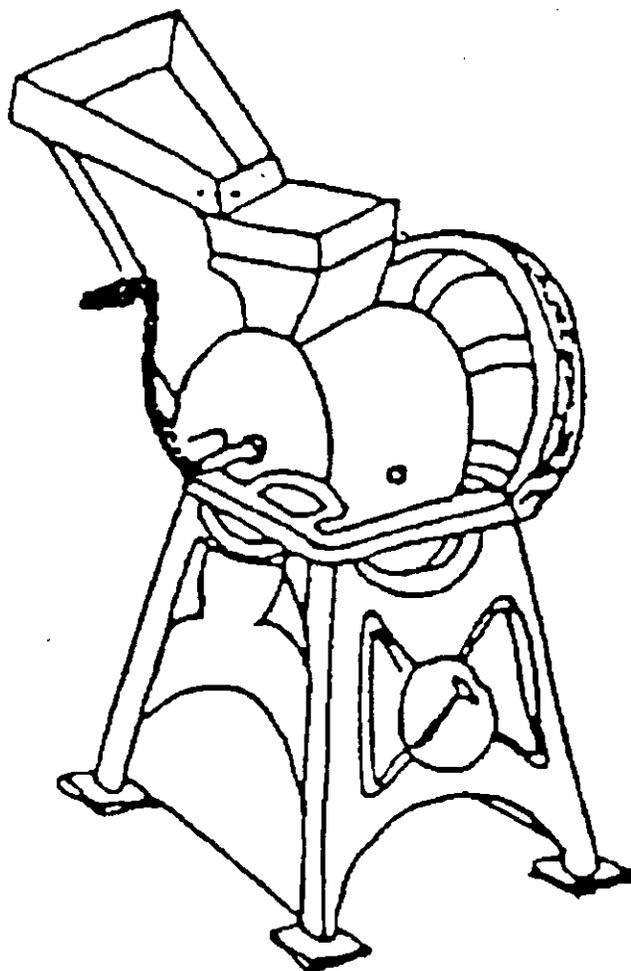
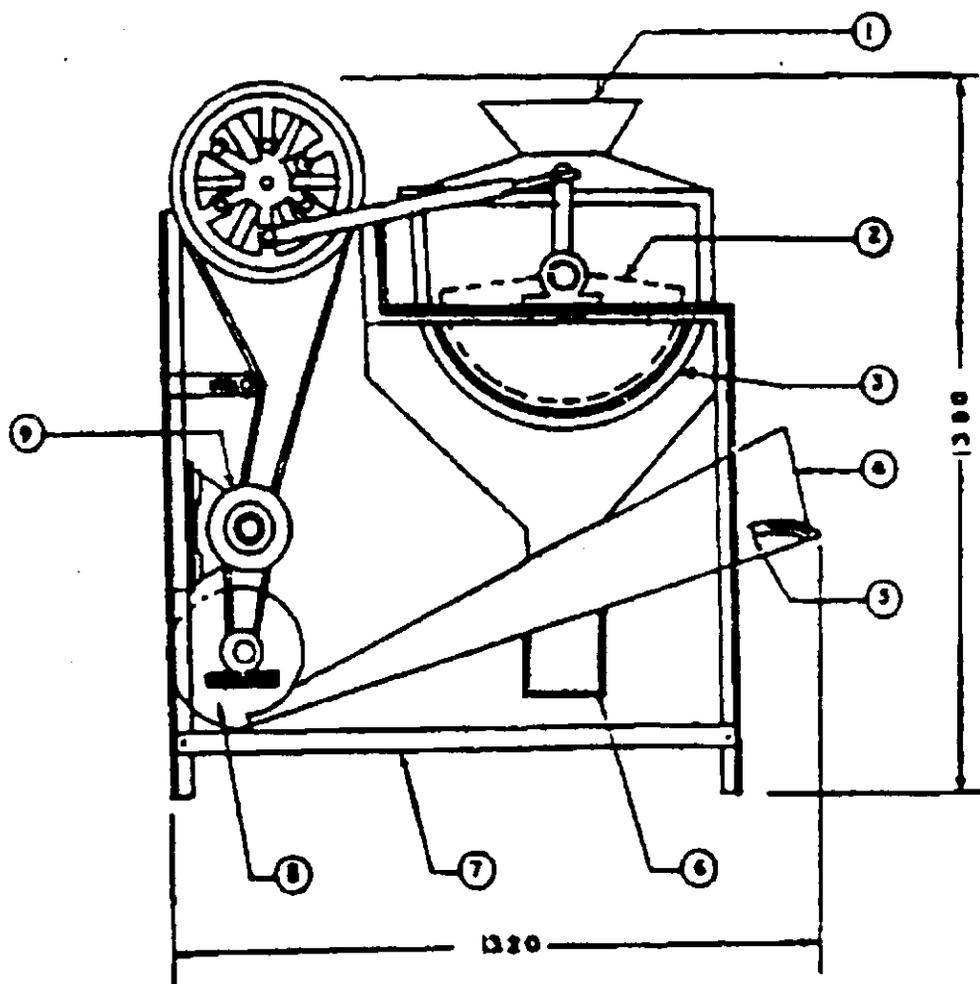


Figura 2.7. Máquina rotacional com manivela

Fonte: GORE *et al.* (1990)

Uma máquina por acionamento a motor (Figura 2.8) foi desenvolvida por “Tamilnadu Agricultural University, Coimbatore”, Índia, a qual consiste de um motor, uma alavanca de acionamento, um oscilador, um ventilador, que promove um fluxo de ar, e uma armação ou chassi de sustentação, que recobrem todos os componentes; tendo capacidade de abastecimento de 400 kg/h de vagem e capacidade de descascamento de 260 kg/h de sementes. A percentagem de quebra de sementes foi de 4,5%, a eficiência de descascamento de 95% e a eficiência de limpeza de 98%.



Todas as dimensões estão em mm.

Figura 2.8. Máquina por acionamento a motor

Fonte: GORE *et al.* (1990)

LEGENDA

- 1 – Moega alimentadora
- 2 – Semi-cilindro
- 3 – Peneira côncava, 8x50mm de malha
- 4 – Duto de escoamento da casca
- 5 – Calha
- 6 – Saída da semente
- 7 – Chassi
- 8 – Ventilador
- 9 – Motor elétrico de 3,75kw

Outra máquina por acionamento a motor (Figura 2.9), mais automática, foi desenvolvida por “Harrapy, Willinson Ltd.”, Salford, U.K., constituída de um motor, uma câmara batedora e um ventilador de limpeza.

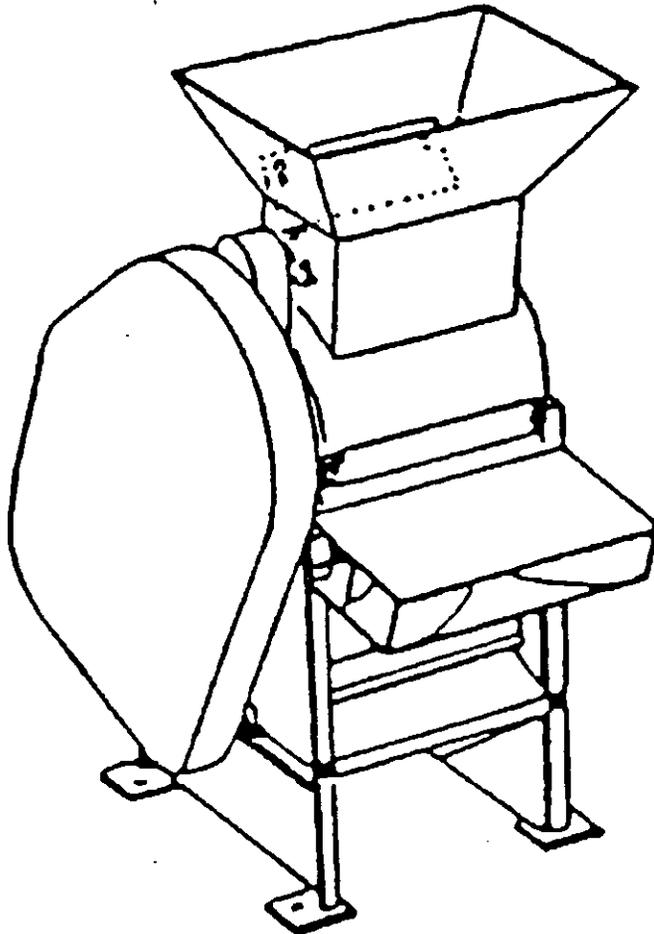


Figura 2.9. Máquina de descascamento de amendoim por acionamento automático

Fonte: GORE *et al.* (1990)

A BPI (“Bureau of Plant Industry” Metro Manila, Philippines) desenvolveu uma máquina descascadora por acionamento mecânico (Figura 2.10), com motor elétrico de 2,2 kw, obtendo capacidade de descascamento de 30 kg/h.

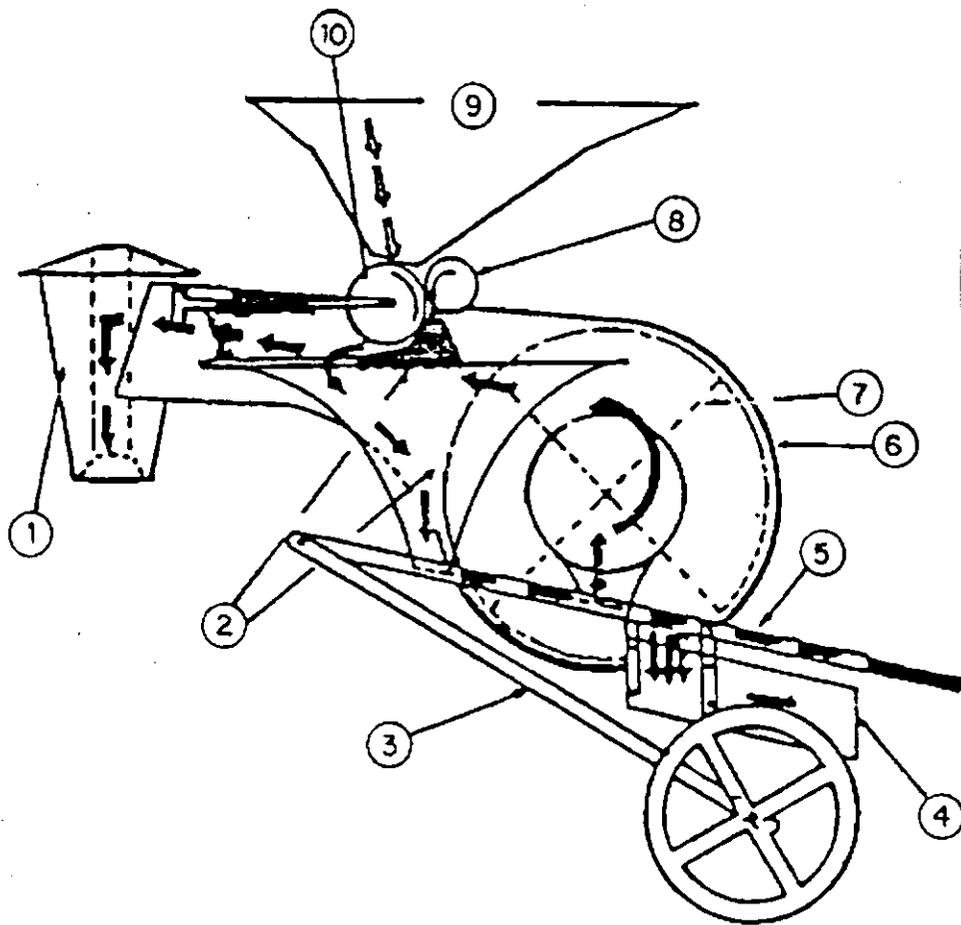


Figura 2.10. Máquina BPI

Fonte: GORE *et al.* (1990)

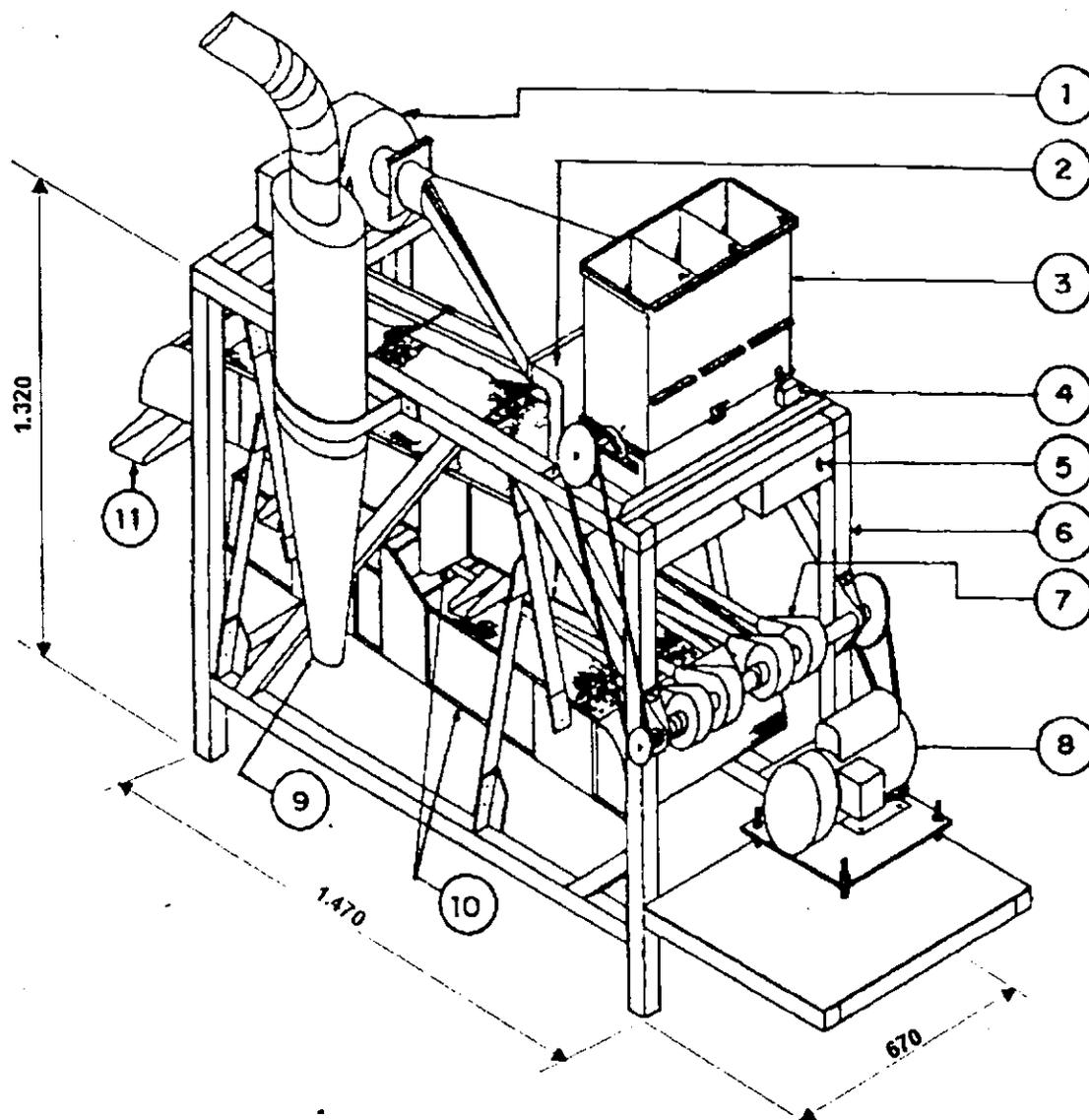
LEGENDA

- 1 – Coletor de impurezas do descascamento
- 2 – Funil de descarga
- 3 – Braço oscilatório móvel
- 4 – Saída do material
- 5 – Peneira vibratória
- 6 – Cabine do ventilador
- 7 – Ventilador
- 8 – Cilindro de quebra menor
- 9 – Moega alimentadora
- 10 – Cilindro de quebra maior

Estudos realizados por SINGH *et al.* (1991) demonstraram que as máquinas rotativas operadas por animais podem beneficiar o amendoim com custos relativamente baixos.

PARK *et al.* (1990) investigaram o uso da tração animal para o acionamento de máquinas rotativas de descascamento de amendoim e observaram capacidade média de descascamento de 100 kg/h, comparando com a forma convencional (manual) de descascamento, que é de 0,73 kg/h.

DAVIDSON *et al.* (1981) desenvolveram uma máquina compacta de acionamento a motor (Figura 2.11) dotada de mecanismo de separação das cascas, de um sistema de classificação por tamanho e esvaziamento automático do material. Em avaliação obtiveram 272 kg/h de capacidade operacional, a uma velocidade de 300 rpm.



Todas as dimensões estão em mm.

Figura 2.11. Máquina compacta de acionamento motor

Fonte: DAVIDSON *et al.* (1981)

LEGENDA

- 1 – Ventilador – motor fixo
- 2 – Capuz
- 3 – Descascador de três compartimentos
- 4 – Interruptor de segurança

- 5 – Liga-desliga
- 6 – Chassi
- 7 – Rolamento acoplado com excêntrico
- 8 – Motor de 2 Hp
- 9 – Ciclone de separador
- 10 – Duas peneiras vibratórias
- 11 – Calha de descarga do amendoim

KITTICHAJ (1984) avaliou uma máquina descascadora por acionamento a motor, chamada AIT, em Bangkok, e encontrando os melhores resultados a uma velocidade de 180rpm, com abertura de 20mm, do dispositivo descascador à tela côncava. O rendimento, a eficiência de descascamento e a percentagem de quebra foram de 210,5 kg/h, 98% e 5,3%, respectivamente. Por sua vez, GORE *et al.* (1990) avaliaram a máquina na mesma velocidade, mas com uma abertura de 18mm e capacidade de abastecimento de 400 kg/h, estando o amendoim com teor de umidade de 13% (base seca). Como resultados da alteração obtiveram 280 kg/h de capacidade operacional, 98% de eficiência de descascamento e 4,53% de quebra, concluindo a necessidade do uso racional das máquinas, como fundamento para melhor rendimento econômico.

PRUSTY *et al.* (1996) compararam o custo de diversos equipamentos descascadores de amendoim e concluíram que a forma convencional de descascamento é a que tem maior custo, embora o produtor deva selecionar a forma de descascamento pela sua capacidade de investimento.

AKCALI (1996) partindo das propriedades físico-mecânicas do amendoim, desenvolveu um modelo matemático, e através do qual, determinou um algoritmo, obtendo daí um “design” para, então, fabricar o protótipo e realizar os testes. Os resultados encontrados foram de 86% de eficiência no descascamento e de 80 kg/h de capacidade operacional (Figura 2.12).

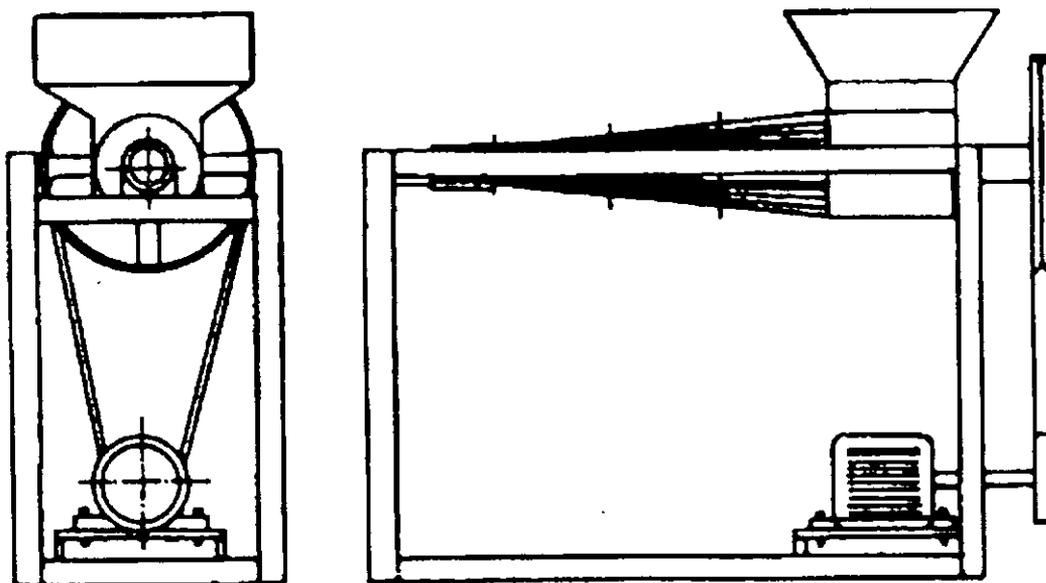
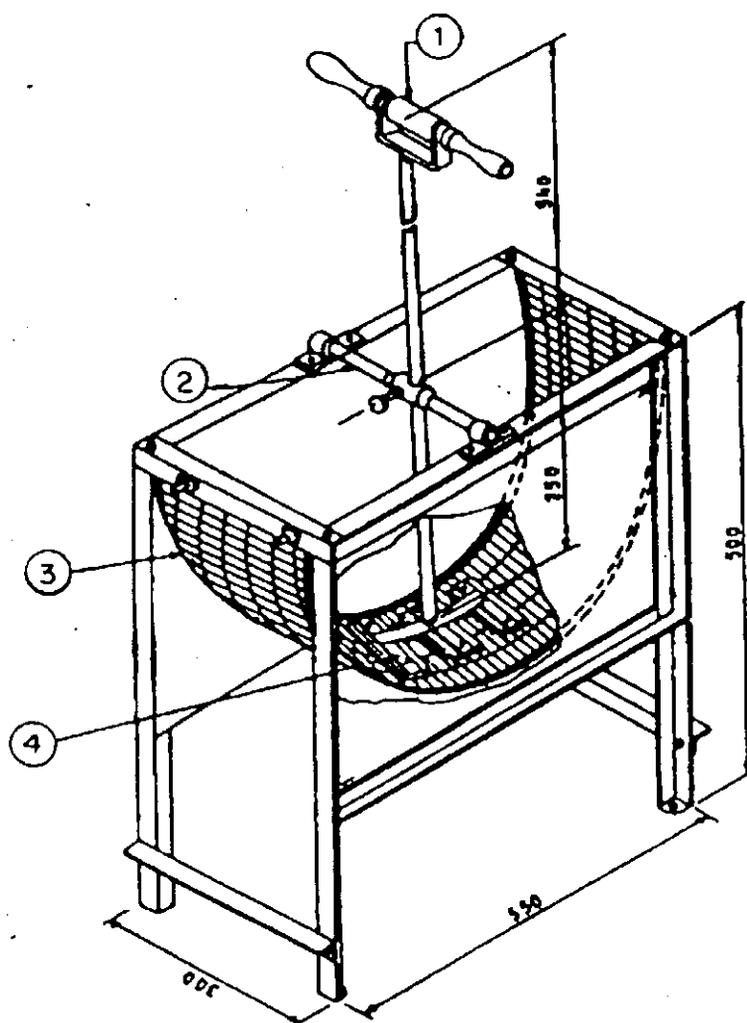


Figura 2.12. Máquina descascadora de amendoim
Fonte: AKCALI (1996)

Avaliando uma pequena máquina por acionamento manual de capacidade de 50 a 75 kg/h, MANDVIKAR (1988) concluiu que, quando bem ajustada e regulada, chega a ter eficiência de descascamento de 95 a 99% com percentagem de quebra de 1 a 3%.

SINGH (1993) realizou avaliações com cilindros dotados de diferentes tipos de dentes para determinar os danos ocorridos nas sementes e detectou que a distância entre a tela côncava e o cilindro descascador é bastante significativo, pois influi diretamente nos possíveis danos causados aos grãos e advindos da operação de descascamento. O protótipo avaliado (Figura 2.13) tinha capacidade de 70 a 80 kg/h de sementes e o percentual de sementes quebradas era de 3,70 a 5,13%. A distribuição de tamanho médio para as vagens de amendoim era de 30,41; 13,27 e 11,97mm para o comprimento, largura e espessura, respectivamente. As sementes apresentaram comprimento médio de 16,73mm e diâmetro de 8,74mm.



Todas as dimensões estão em mm

Figura 2.13 Máquina compacta descascadora de amendoim

Fonte: SINGH (1993)

LEGENDA

- 1 – Alavanca manual
- 2 – Eixo de pivô
- 3 – Tela de arame 9,5x25mm
- 4 – Sapata dentada descascadora

ESWARAPPA *et al.* (1995) avaliando a performance de diferentes métodos de descascamento de amendoim, concluíram que as garras descascadoras são as que promovem melhor rendimento.

ESWARAPPA *et al.* (1996) após avaliarem o descascamento de amendoim com faixa de umidade entre 15,5 a 52,3%, chegaram à conclusão de que a umidade e a velocidade do dispositivo descascador influem diretamente na eficiência e na capacidade da máquina, no dano mecânico às sementes e na saída de cascas da máquina. Pelos resultados, a melhor “performance” foi atingida com 15,5% de umidade e 360rpm no tambor rotativo.

No Brasil, as máquinas que promovem o descascamento do amendoim são equipamentos de grande porte, com alta capacidade operacional e de elevado custo aquisitivo. Considerando-se que a área de cultivo com esta oleaginosa, no Nordeste, se compõe de pequenas propriedades, com escassos recursos econômicos, a disponibilidade de tecnologias mais produtivas torna-se extremamente difícil (Silva *et al.*, 1997).

Em face a esta problemática, a Embrapa Algodão desenvolveu uma máquina de acionamento manual para o descascamento do amendoim, com os seguintes componentes: chassi de sustentação, semi-cilindro descascador, dotado de pequenos dentes, uma tela côncava e uma alavanca acionadora. Os dentes descascadores ficam mais próximos ou mais afastados da tela côncava de acordo

com a variedade de amendoim a ser beneficiado. A eficiência de descascamento ficou entre 83 a 113 kg/h, com um percentual de quebra de sementes de 4,3 a 6,7% para uma abertura do dispositivo descascador à tela côncava de 12 e 6mm respectivamente (SILVA *et al.*, 1997). Nas Figuras 2.14 e 2.15 aparecem a configuração esquemática da máquina manual e a operação de descascamento, realizada na sede da Embrapa Algodão.

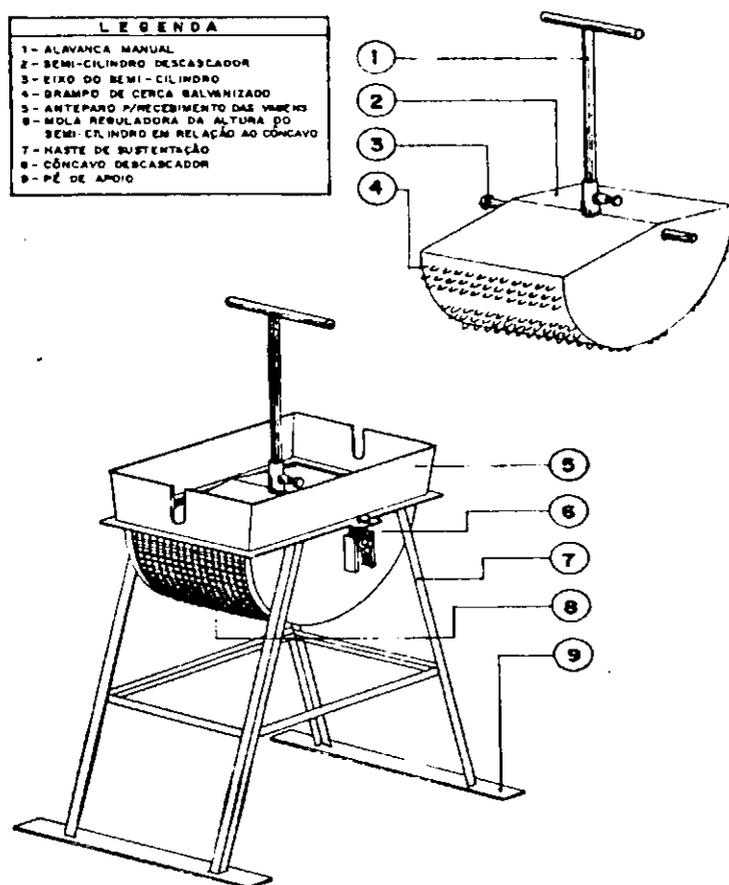


Figura 2.14. Configuração esquemática da máquina manual.

Fonte: SILVA *et al.*(1999)



FIGURA 2.15. Foto da máquina manual.

Fonte: SILVA *et al.*(1999)

O mecanismo de acionamento da máquina manual se dá através de uma alavanca, num movimento de “vai-e-vem,” ou de uma manivela, em movimento rotacional, em que ambos promovem, no operador, grande desgaste físico, necessitando de paradas constantes para descanso e, conseqüentemente, ocorre queda na capacidade operacional.

2.3. Dinâmica e mecanismo das máquinas

MABIE e OCVIRK (1980a) relatam que, entre os diversos métodos de determinação de velocidades e acelerações em mecanismo, três encontram grande aplicação; o primeiro método é a análise, usando-se cálculo vetorial para determinar a velocidade e a aceleração de um ponto em relação a um sistema móvel e a um sistema fixo de coordenada; o segundo método é a análise, usando-se

equações de movimento relativo, as quais são resolvidas graficamente através de polígonos de velocidades e acelerações, enquanto o terceiro método diz respeito a análise em que se usam equações vetoriais, escritas na forma complexa. Os mesmos autores discutem que os dois primeiros métodos são os que mantêm o conceito físico do problema, o que não acontece com o terceiro; por outro lado, quando se quer conduzir soluções por via computacional, o primeiro e o terceiro métodos assumem vantagem quando se quer analisar o mecanismo em um ciclo completo.

Aplica-se este método para se determinar a velocidade e a aceleração do sistema, do qual, em conjunto com a potência do motor, obtém-se os momentos torçores, fletores e as forças tangenciais que atuam no mecanismo, levando-se ao dimensionamento dos eixos.

MABIE e OCVIRK (1980b) mostram que o mecanismo de quatro barras ou quadrilátero articulado é um dos mecanismos mais simples e mais úteis e que, se a peça acionadora girar, não haverá perigo de pontos mortos, mas se ela oscilar, dever-se-á, então, ter cuidado com o dimensionamento do comprimento das peças, para que o mecanismo não pare em suas posições extremas. Em geral, o ângulo de transmissão num mecanismo de quatro barras não deve exceder 140° nem deve ser menor que 40° , quando for empregado para transmitir grandes forças.

CAPÍTULO III

3. PROJETO E CONCEPÇÃO DA MÁQUINA POR ACIONAMENTO MECÂNICO E CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1. Introdução

A confecção do protótipo da máquina descascadora de amendoim foi realizada pela indústria - Máquinas Ariús LTDA, no distrito industrial do município de Campina Grande, PB. Para determinação das propriedades físicas de vagens e sementes foi utilizado o Laboratório de Processamento e Armazenagem de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

3.2. Considerações gerais

3.2.1. Caracterização física das vagens e sementes da cultivar de amendoim BR1

A caracterização física das vagens e sementes de amendoim da cultivar BR1, se deu através da determinação do comprimento e do diâmetro, seguindo-se a classificação de SINGH (1993), e se utilizando utilizando-se um paquímetro da marca MITUTOYO, com precisão de 0,02mm. As amostras foram compostas de 1000 vagens e 1000 sementes.

Na Tabela 3.1 aparecem as classes de comprimento, o diâmetro e o peso das vagens de amendoim da variedade BR1.

Tabela 3.1. Classes de comprimento e diâmetro de uma amostra de 1000 vagens de amendoim da variedade BR1

DIÂMETRO				COMPRIMENTO			
Classe (mm)	nº de vagens	Peso (g)	Frequência (%)	Classe (mm)	nº de vagens	Peso (g)	Frequência (%)
<10	2	1,1	0,2	<20	28	17,3	2,8
10<11	30	25,0	3,0	20<30	361	370,2	36,1
11<12	320	399,5	32,0	30<40	503	670,9	50,3
12<13	514	675,1	51,4	40<50	107	244,4	10,7
13<14	126	191,6	12,6	>50	01	2,2	0,1
>14	8	12,7	0,8	-	-	-	-

Na Tabela 3.1 verificam-se seis classes de diâmetro entre menor que

10mm e maior que 14mm. Para o comprimento, foram encontradas cinco classes entre menor que 20 e maior que 50mm, podendo-se observar que o maior número de sementes ocorreu no diâmetro de 12 a 13mm, com 51,4% da amostra de 1000 vagens, e a segunda maior frequência verificou-se entre 11 a 12mm, com 32%, enquanto a menor frequência ocorreu nos diâmetros menores de 10mm, com frequência de 0,2%.

Para as medidas de comprimento da vagem, encontrou-se a maior frequência entre 30 a 40mm com 50,3% e a segunda de 20 a 30mm com 36,1%.

Na Tabela 3.2 figuram as classes de comprimento com os respectivos intervalos de diâmetro, número de sementes, peso e frequência.

Tabela 3.2. Classes de comprimento e diâmetro de uma amostra de 1000 sementes de amendoim da variedade BR1

Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Número de sementes	Peso (g)	Frequência (%)
<10	4-8	65	19,1	6,5
10<11	5-9	196	65,1	19,6
11<12	5-9	341	125,1	34,1
12<13	5-9	259	101,9	25,9
13<14	6-8	94	41,8	9,4
>14	6-8	45	22,9	4,5

Na Tabela 3.2. observam-se seis classes de comprimentos entre menor que 10mm e maior que 14mm e três classes de diâmetro, no intervalo de 4 a 8mm, de 5 a 9mm e de 6 a 8mm. O maior número de sementes foi observado na classe de comprimento entre 11 e 12mm, com frequência de 34,1%, sendo o intervalo de diâmetro de 5 a 9mm, o maior percentual de frequência, com 79,6% da amostra de semente.

Com esta caracterização, promoveu-se o dimensionamento da malha da tela, deixando-se uma margem de segurança para cultivares de amendoim com maiores diâmetros e comprimento de vagem e sementes.

3.2.2. Teor de umidade

A umidade das vagens do amendoim influi diretamente no rendimento da máquina, uma vez que o produto com teor de umidade inadequado poderá provocar alto índice de quebra na semente, quando seca, ou “embuxamento”, quando úmida, além de acúmulo de material no semi-cilindro e na tela côncava. O “embuxamento” pode provocar o travamento do sistema de acionamento do semi-cilindro e, como conseqüência, danos na máquina.

A determinação do teor de umidade foi realizada pelo método oficial da estufa (BRASIL,1992). As amostras foram inicialmente pesadas (P_i) em uma balança de marca METTLER, com precisão de 0,001g após sua permanência na

estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, foram colocadas em dissecadores durante 30 minutos, para serem resfriadas e, finalmente, pesadas (Pf). A percentagem de umidade expressa em base seca é obtida através da equação (3.1)

$$U = \frac{P_i - P_f}{P_f} \cdot 100 \% \quad (3.1)$$

O teor de umidade da amostra do amendoim em vagem foi no momento do processamento, de 9,67% b.s., abaixo do intervalo proposto por Silva *et al.* (1997) que consideram preferencial a umidade entre 13,63 e 16,27% b.s. para processamento de sementes de amendoim.

Para cascas e sementes, os teores de umidade médios encontrados foram de 13,94 e 8,51% b.s., respectivamente.

3.2.3. Ângulo de repouso

Pode ser definido como o ângulo máximo do talude, formado pelas sementes em relação à horizontal (SILVA, 1995); este conceito foi utilizado para se determinar o ângulo de inclinação da calha transportadora das sementes e, para essa determinação, utilizou-se um equipamento desenvolvido pelo antigo Núcleo de Tecnologia em Armazenagem do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba, lançando-se mão de uma amostra de amendoim

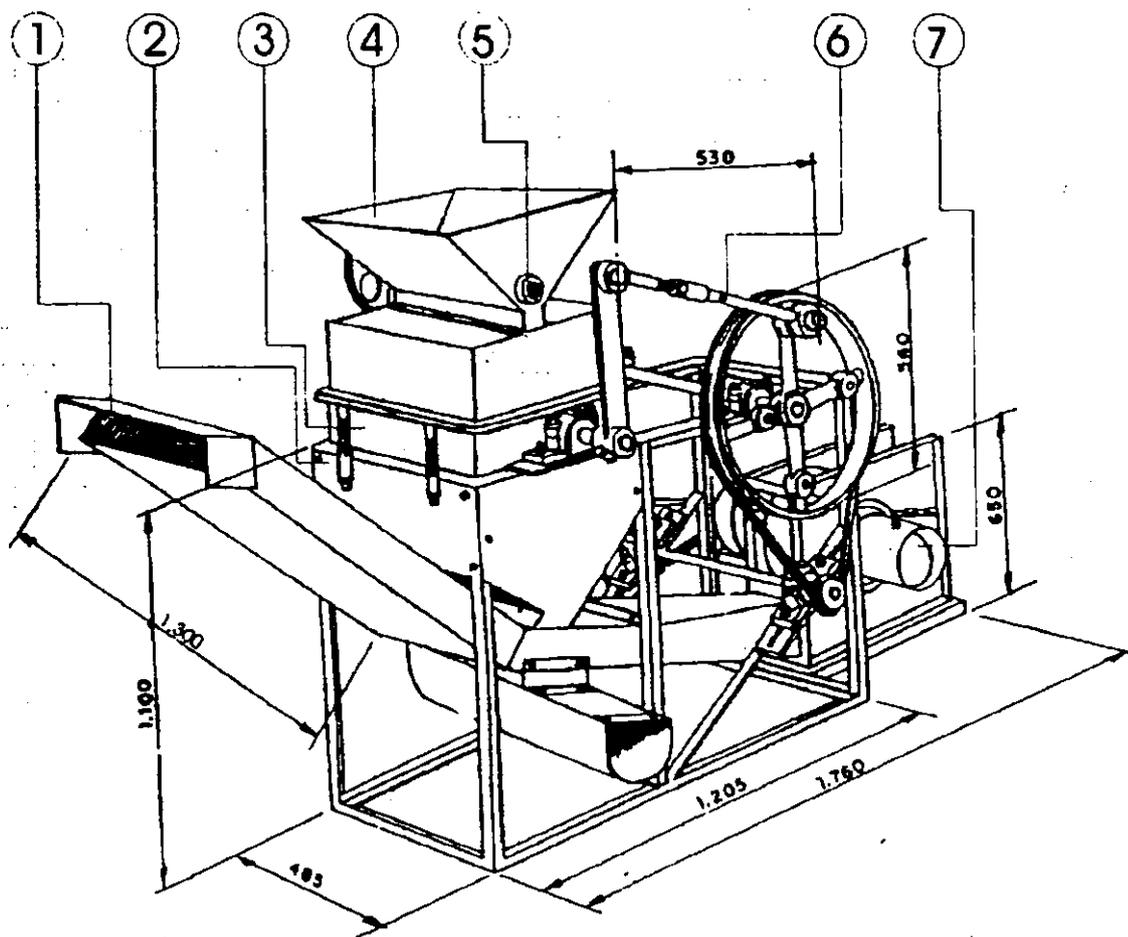
descascado da cultivar BR1, oportunidade em que se verificou o ângulo de inclinação necessário para o escoamento normal das sementes, na calha transportadora, deveria ser de no mínimo 25°.

3.3. Projeto e concepção da máquina por acionamento mecânico

As Figuras 3.1 e 3.2 mostram as partes constituintes da máquina descascadora de amendoim por acionamento mecânico.

A máquina foi desenvolvida e montada da seguinte maneira:

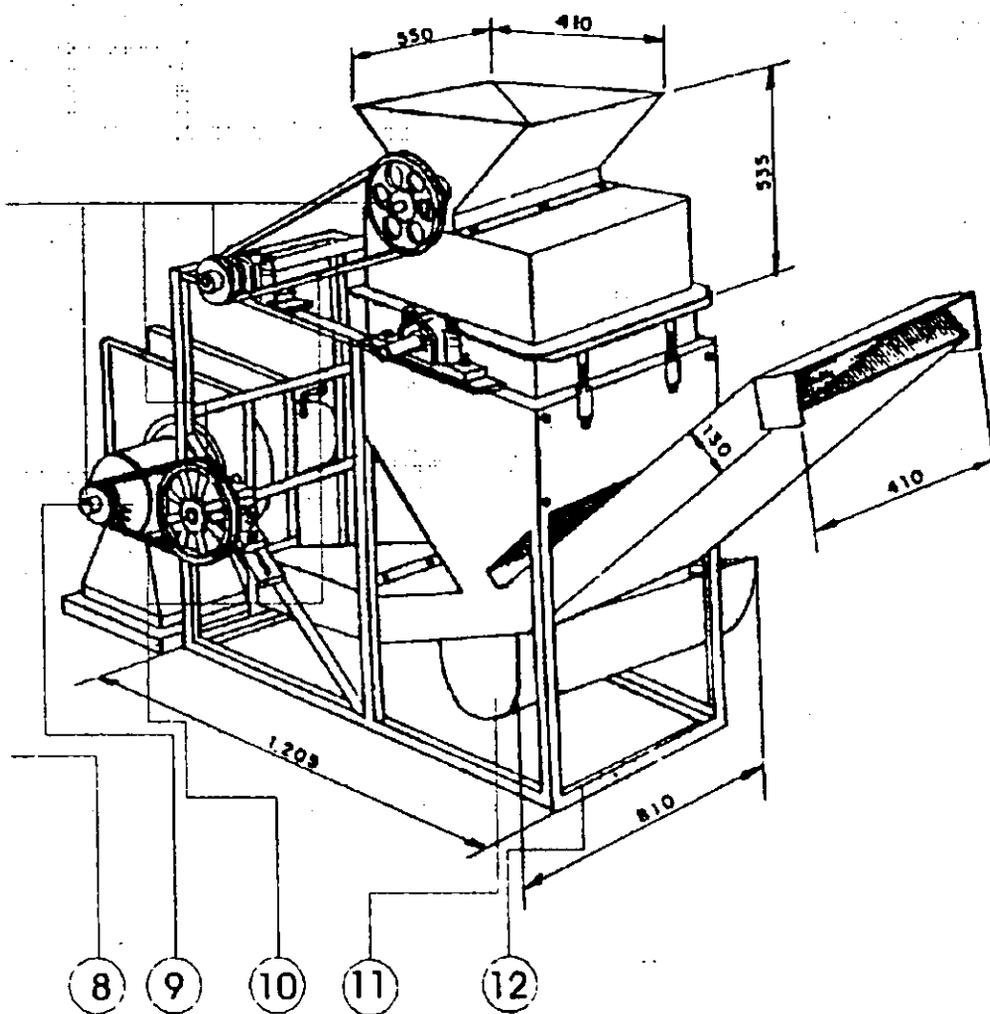
No **chassi** (Figura 3.1) utilizaram-se cantoneiras de ferro tipo L, de 38,1 x 6,35mm, e chapa de ferro de 1,59mm para a sustentação dos demais componentes da máquina.



LEGENDA:

- 1 - Conduto para transporte da casca
- 2 - Tela cônica
- 3 - Semi-cilindro descascador
- 4 - Moega alimentadora
- 5 - Cilindro alimentador
- 6 - Braço de acionamento do semi-cilindro descascador
- 7 - Ventilador

Figura 3.1. Configuração esquemática da máquina por acionamento mecânico, vista lateral direita



LEGENDA:

8 - Polias

9 - Motor elétrico 3 cv

10- Correias

11- Calha transportadora de sementes

12- Chassis

Figura 3.2. Configuração esquemática da máquina por acionamento mecânico –
vista lateral esquerda

O sistema de descascamento é composto por uma moega alimentadora (Figura 3.1) construída com chapa de ferro de 3,17mm, que é o reservatório para recepção das vagens a serem descascadas; um cilindro alimentador (Figuras 3.1 e 3.3) de ferro com diâmetro de 115mm dotado de pinos de vergalhão de 6,35mm, que se localiza na parte inferior da moega, para proporcionar distribuição contínua e uniforme das vagens de amendoim no semi-cilindro descascador.

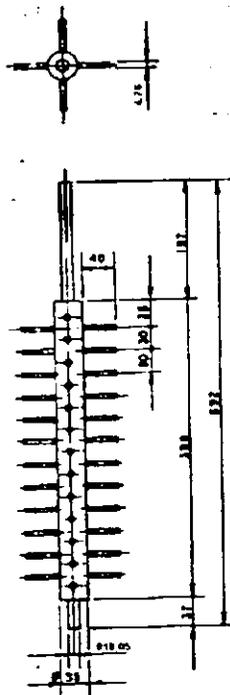


Figura 3.3. Cilindro alimentador

O semi-cilindro descascador (Figuras 3.1 e 3.4) tem suas laterais e parte interna construídas com chapa de ferro de 3,17mm, que se unem na parte externa, através de barras chatas de ferro de 4,76mm. Em algumas barras foram

colocadas fileiras equidistantes de grampos galvanizados de cerca, que agem como dispositivo principal para a quebra das vagens do amendoim e, na parte interna do semi-cilindro, confeccionou-se uma armação de barras de ferro de 19,05 x 1,59mm, na qual foi colocado um eixo de aço trefilado SAE-1045, com diâmetro de 38,1mm, para o acionamento; esse eixo foi fixado ao chassi por meio de mancais de rolamento BURGER-SNA509 com bucha cônica (Figura 3.8a).

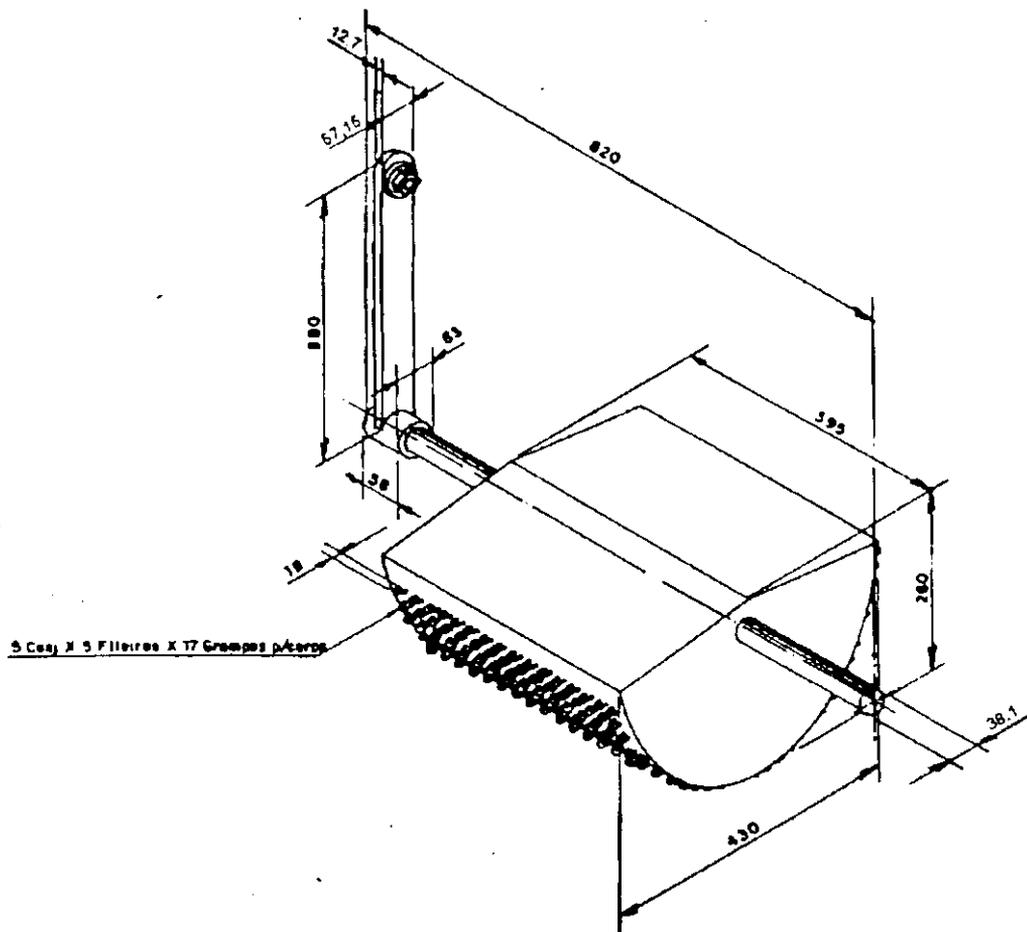


Figura 3.4. Semi-cilindro descascador

A **tela cônica** (Figuras 3.1 e 3.5) foi confeccionada com arame de aço 3,5mm formando uma superfície com malhas de 12,7 x 12,7mm, através das quais escoam as cascas e as sementes. A tela, tem forma cilíndrica para acompanhar o movimento semi-rotacional do semi-cilindro descascador, é fixada em suas laterais, ao chassi da máquina por meio de parafusos para assim, favorecer a troca por outra tela com malha mais adequada, caso haja necessidade, no processamento de cultivares de amendoim cujo tamanho das vagens seja diferenciado da cultivar em estudo.

As distâncias de 11, 16 e 21mm, do semi-cilindro descascador à tela cônica, avaliadas no desempenho do protótipo, foram definidas de acordo com SINGH e THONGSAWATWONG (1983) e GORE *et al.* (1990).

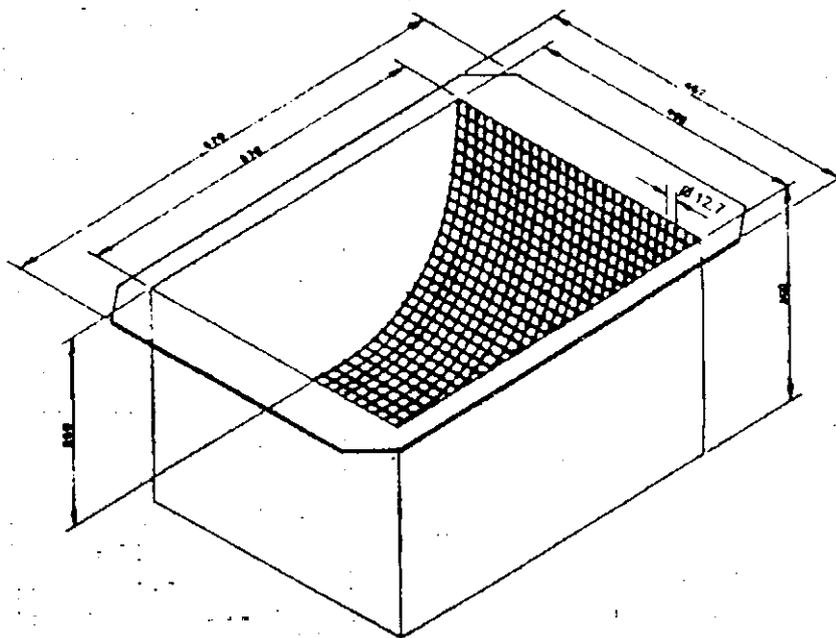


Figura 3.5. Tela cônica da máquina

O sistema de limpeza é composto por um ventilador (Figuras 3.1 e 3.6) acoplado ao mesmo eixo do motor e tem uma comporta para regulagem da entrada de ar na tubulação de fluxo, construído com chapa de ferro de 3,17mm contendo dez pás do tipo radial reta; o **conduto para transporte da casca** (Figura 3.1) foi confeccionado com chapa de ferro de 3,17mm e conduz a casca do amendoim para fora da máquina, através do fluxo de ar, enquanto a **calha transportadora da semente** (Figura 3.2) foi confeccionada com chapa de ferro de 3,17mm determinando-se o ângulo de repouso do grão de amendoim para, então, se estabelecer a inclinação da calha.

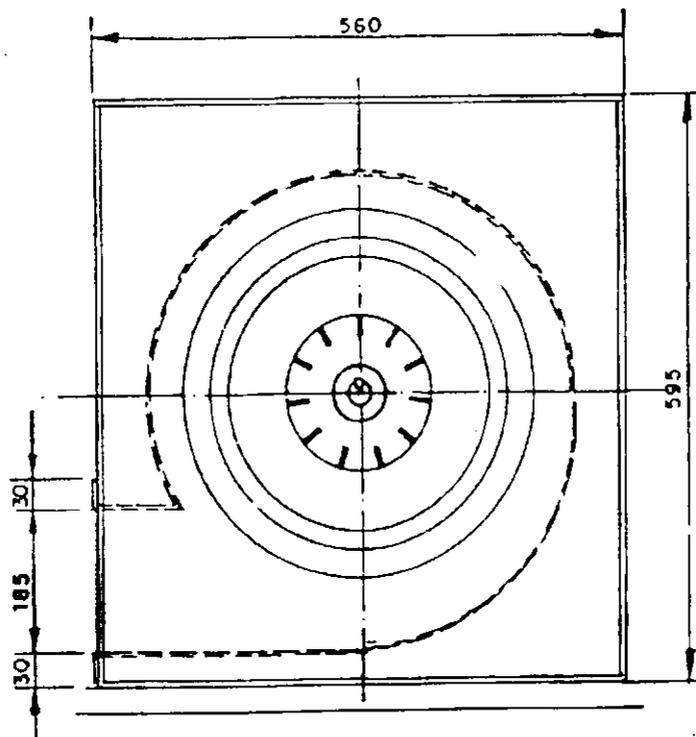


Figura 3.6. Ventilador

O sistema de transmissão é composto por seis polias (Figura 3.2) de ferro fundido, com a finalidade de transmitir a potência vinda do motor até o sistema de descascamento, com os seguintes diâmetros: 540mm, 325mm, 275mm, 100mm e duas com 80mm; além da polia motora de 80mm foram utilizadas, para os testes de avaliação, mais duas polias motoras, uma de 60mm e outra de 100mm, fornecendo uma frequência no braço acionador de 60, 80 e 100 ciclos/min, respectivamente. Já as correias (Figura 3.2) de acionamento foram do tipo trapezoidal e em número de quatro, apresentando as seguintes referências: duas B-88 (correia da polia movida) e A-72 e B-65 (correia da polia motora). Para avaliação da máquina foram utilizadas as correias B-63 e a B-66, além da B65, já citada.

As rotações de 60, 80 e 100rpm do volante da máquina, avaliadas no desempenho do protótipo, foram definidas de acordo com SINGH e THONGSAWATWONG (1983) e GORE *et al.* (1990).

O braço de acionamento do semi-cilindro descascador (Figura 3.1) foi confeccionado com cano de ferro de 25,4mm sendo que, em uma das extremidades, encontra-se um rolamento, e na outra, um pino com bucha.

No sistema de acionamento, que fica na parte posterior da máquina, encontram-se o motor elétrico (Figura 3.2 e 3.7) e o ventilador, cuja base foi confeccionada com chapa de ferro de 3,17mm e cantoneiras de ferro tipo L 38,1 x

6,35mm.

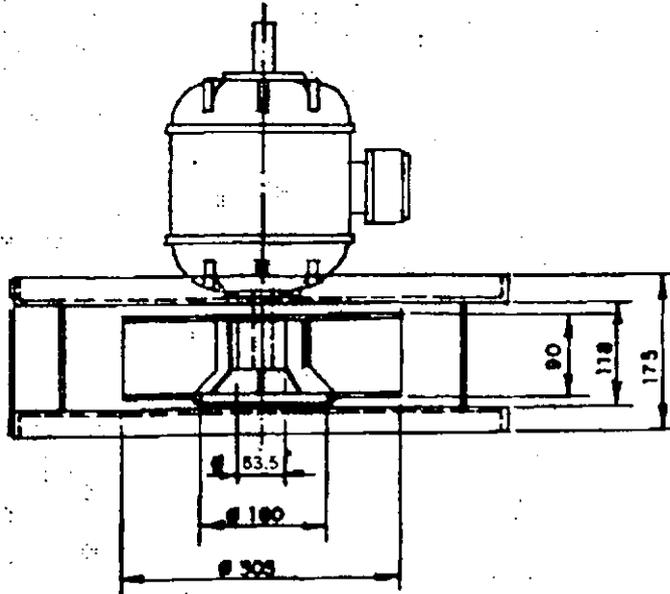
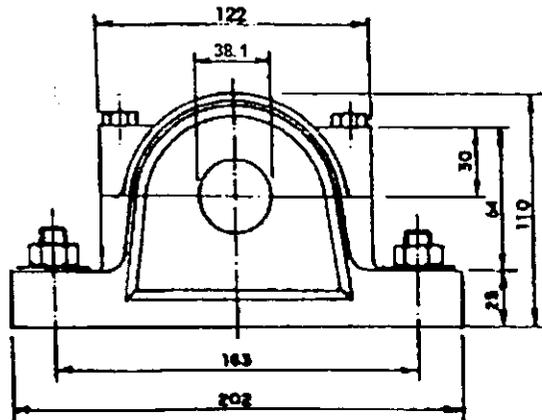
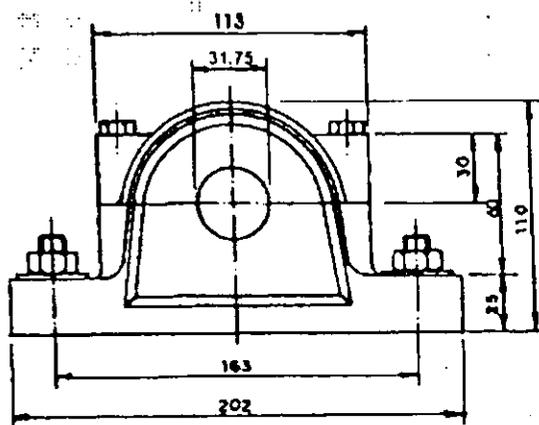


Figura 3.7. Motor elétrico 3cv

O motor e o ventilador foram montados em uma base, através de parafusos, ao chassi da máquina. O eixo e o mancal, que sustentam o volante, possuem a mesma configuração do semi-cilindro descascador, descrito anteriormente, e o que sustenta a polia menor, abaixo do volante, tem eixo de aço trefilado SAE-1020 com diâmetro de 31,75mm e mancal de rolamento BURGER - SNA 508/607 com bucha cônica (Figura 3.8b).



Mancais A



Mancais B

Figura 3.8. Mancais de rolamento

3.4. Princípio de funcionamento da máquina por acionamento mecânico

O abastecimento da máquina é feito de forma manual, colocando-se vagens de amendoim a ser beneficiado na moega; em seguida, o motor é acionado para o movimento de todos os dispositivos da máquina e o descascamento é realizado através do movimento de “vai-e-vem” do semi cilindro descascador, que

atrita a vagem sobre a tela côncava provocando sua quebra obtendo-se, assim, a semente e a casca em pedaços. As sementes, juntamente com as frações de cascas, fluem pela abertura da tela côncava e caem por gravidade, passando pelo conduto de ar e este, por sua vez, carrega para fora da máquina o material mais leve, ou seja, a casca fragmentada, enquanto a semente, por ser mais pesada, atravessa o fluxo de ar e cai na calha receptora que a conduz para a descarga.

3.5 Determinações da potência do motor e do fluxo de ar

3.5.1 Potência do motor

O motor elétrico (Figura 3.7) foi dimensionado levando-se em consideração as condições de funcionamento da máquina com e sem carga. Inicialmente, foi medida a tensão entre as fases, através de um voltímetro multímetro, Yufong YF – 370, encontrando-se, como valor máximo, 370 volts; depois, através de um alicate amperímetro, marca ENGRO, modelo AOV – 300, foi medida a corrente de alimentação da máquina com e sem carga.

Trabalhando-se com os valores máximos de corrente e da tensão entre fases e adotando-se um fator de potência de 80% e o rendimento de 80%, calculou-se a potência pela equação:

$$Potência = \frac{3.I.V.Fp.R}{746}$$

em que: I – corrente em ampères

V – voltagem em volts

Fp - fator de potência

R - rendimento, em percentagem

Os valores para corrente elétrica obtidos foram de 3,0 e 2,8A para a máquina com e sem carga, respectivamente e a potência do motor calculada para os valores máximos de correntes ($I=3,0A$) e da tensão entre fases de $V= 370volts$, adotando um fator de potência de 80% e o rendimento de 80%, foi calculada em:

$$\text{Potência} = 2,86\text{Hp} \approx 3\text{Hp ou } 3 \text{ cv}$$

3.5.2. Velocidade do fluxo de ar

A velocidade do fluxo de ar, que é transmitido através do ventilador, foi medida com um anemômetro de palheta digital AM-4202, na saída do ventilador e no conduto de transporte da casca, com e sem carga na máquina.

Os valores para o fluxo de ar do ventilador, estando a máquina com e sem carga, na saída do duto e na saída do ventilador, são observados na Tabela 3.3, na qual se verifica perda de fluxo de 69% do ventilador, ao final do duto, estando a máquina carregada com amendoim, e de 59,8% quando a máquina não se encontrava carregada.

Tabela 3.3. Valores para fluxo de ar na saída do ventilador e na saída do conduto de cascas, estando a máquina com e sem carga

	Saída do ventilador m/s	Saída do conduto m/s
Com carga	19,4	6,0
Sem carga	19,4	7,8

Dado semelhante para fluxos de ar de uma máquina descascadora de amendoim, com sistema de limpeza, foi encontrado por CHUNG *et al.* (1985).

3.6. Conclusões

As maiores frequências de diâmetro para uma amostra de 1000 vagens de amendoim da variedade BR1, foram verificadas nas classes de 11 a 12mm e de 12 a 13mm, com 32 e 51,4%, respectivamente. Para o comprimento de vagem, encontraram-se nas classes de 20 a 30mm e 30 a 40mm, com 36,1 e 50,3%, respectivamente.

As maiores frequências de diâmetro para uma amostra de 1000 sementes de amendoim da variedade BR1, foram de 11 a 12mm e 12 a 13mm com 34,1 e 25,9%, respectivamente.

Para o amendoim da variedade BR1 processado, o teor de umidade foi de 9,67% em base seca e o ângulo de repouso de 25°.

A potência calculada do motor elétrico foi de 3cv e a velocidade do fluxo de ar, durante o processamento foi, na saída do conduto, de 6,0 m/s.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA E ECONÔMICA DA MÁQUINA POR ACIONAMENTO MECÂNICO

4.1. Introdução

Uma das preocupações dos pesquisadores no desenvolvimento de máquinas é a relação custo/benefício, razão pela qual é notório seu empenho no sentido de produzir máquinas com maior eficiência no descascamento com maior comodidade para o operador, preocupação esta sempre crescente nos últimos anos, direcionada à saúde do operador; além do baixo custo de confecção, para promover maior acesso de compra aos pequenos e médios agricultores, maior rendimento, com melhor aproveitamento do tempo e, por fim, baixo custo operacional, viabilizando maior lucro ao produtor.

Para avaliação de desempenho das máquinas, como rendimento operacional, quantitativos de sementes inteiras, quebradas, cascas etc., faz-se necessária uma análise estatística dos dados obtidos para, então, se verificar a significância dos fatores chegando-se a conclusões mais fundamentadas.

4.2. Análise econômica do descascamento

Foram considerados os custos fixos, como depreciação, juros sobre o capital e alojamento e os custos variáveis, como eletricidade, reparos de manutenção e mão-de-obra (MIALHE, 1974; SAAD, 1976; HUNT,1991 e BALASTREIRE, 1987).

4.2.1. Custos Fixos

4.2.1.1. Depreciação

Para o cálculo do custo com depreciação utilizou-se a fórmula:

$$D = \frac{Ci - Cf}{T}$$

onde: D – custos com a depreciação da máquina por hora

Ci - valor da aquisição da máquina (R\$ 2.700,00)

Cf – valor da máquina após o término da vida útil, estimado em 10% de Ci

T – vida útil da máquina expressas em horas de trabalho por ano. Admitiu-se que a máquina terá vida útil de 10 anos e será usada dois meses por ano ou 320 horas por ano (SILVA *et al.* 1997).

4.2.1.2. Juros

Os custos com juros do capital foram calculados como:

$$J = \frac{Cm.i}{t}$$

onde: J = juros do capital por hora

Cm = valor médio da máquina obtido pela fórmula $\rightarrow \frac{Ci + Cf}{2}$

i – taxa de juros por ano, considerada como sendo 6%

t – número de horas de uso da máquina por ano (320 horas/ano)

4.2.1.3. Alojamento

Para o cálculo do custo com alojamento da máquina estimou-se que os gastos importavam em 1% do capital inicial. Assim sendo:

$$Al = \frac{Ci.0,01}{t}$$

sendo: Al – custo com o alojamento da máquina por hora

Ci - valor da aquisição da máquina

t - número de horas de uso da máquina por ano

4.2.2. Custos variáveis

4.2.2.1. Reparos e manutenção

Para a estimativa do custo com reparos e manutenção da máquina admitiu-se que:

$$R = \frac{Ci}{T}$$

Onde: R – custo em reparos e manutenção por hora

Ci - valor da aquisição da máquina

T - vida útil da máquina expressas em horas de trabalho por ano

4.2.2.2. Mão-de-obra

Para o cálculo com mão-de-obra considerou-se a contratação de dois empregados por um período de dois meses, recebendo um salário mínimo (R\$ 120,00) por mês. Neste caso, tem-se:

$$Mo = \frac{4.Sm}{t}$$

em que: Mo – custo com a mão-de-obra por hora

Sm – salário mínimo

t - número de horas de uso da máquina por ano

Considerou-se o salário mínimo de R\$120,00.

4.2.2.3. Energia elétrica

O cálculo de energia utilizada no processamento do amendoim, pela máquina desenvolvida, foi feito levando-se em consideração:

$$Ce = P.t.e$$

Onde: Ce - custo com a energia elétrica por hora

P - potência do motor, em kw

t - tempo de trabalho, em horas por dia

e - custo da energia elétrica, em kw por hora (R\$ 0,12771 kw/h)

4.3. Custos operacionais da máquina por acionamento mecânico comparada com a máquina por acionamento manual da Embrapa Algodão.

Na Tabela 4.1 tem-se a comparação dos custos operacionais das máquinas descascadoras de amendoim por acionamento manual e mecânico e, na

Tabela 4.2, o custo total em R\$ para o beneficiamento de 1kg de vagens e obtenção de 1kg de semente (levando-se em consideração que, com 1kg de vagem descascada, obtém-se em média 600g de semente), no processo de beneficiamento do amendoim na máquina por acionamento mecânico comparado com a máquina manual.

Tabela 4.1. Custo operacional da máquina descascadora de amendoim por acionamento mecânico (máquina otimizada) comparada com a máquina por acionamento manual (Embrapa Algodão). Campina Grande, 1998

Descrição	Máquina manual* (R\$/h)	Máquina otimizada (R\$/h)
<i>Custos fixos</i>		
Depreciação da máquina	0,11	0,76
Alojamento	0,01	0,084
Juros do capital	0,04	0,28
<i>Custos variáveis</i>		
Reparação e manutenção	0,12	0,84
Mão-de-obra para acionamento da máquina	1,40	1,50
Energia elétrica, por 1kw	-	0,28
Mão-de-obra para limpeza das sementes	1,37	-
Custo total / hora	3,05	3,74

*Fonte: SILVA *et al.* (1997)

(Salário mínimo = R\$112,00)

Valor de aquisição da máquina manual (R\$ 400,00)

Pode-se observar, na Tabela 4.1, que o total dos custos fixos da máquina otimizada é maior que o da manual, devido ao custo de aquisição da protótipo, e o total dos custos variáveis da manual é maior que a otimizada, justificado pelas despesas com limpeza das sementes. Verifica-se, também, que o custo total por hora é maior para a máquina por acionamento mecânico, porque é o primeiro protótipo, podendo ser reduzido o seu custo inicial, quando for produzido em série.

Tabela 4.2. Custo total em (R\$) para o beneficiamento de um 1kg de vagens e obtenção de 1kg de semente no processo de descascamento de amendoim da máquina por acionamento mecânico comparado com a máquina manual (Embrapa Algodão)

Descrição	Máquina manual* (R\$)	Máquina otimizada (R\$)
Custo total para descascamento de 1kg de vagem	0,03	0,012
Custo para catação, separação e seleção	0,11	-
Custo total para obtenção de 1kg de sementes	0,17	0,018

• Fonte: SILVA *et al.* (1997)

Observa-se, na Tabela 4.2, que o custo total para o descascamento de 1kg de vagens na máquina por acionamento mecânico é cerca de 2,5 vezes menor em relação à manual e, para a obtenção de 1kg de sementes, o custo é de 9,4 vezes

menor, tornando a máquina por acionamento mecânico, do ponto de vista econômico, muito mais viável para o agricultor.

4.4. Delineamento experimental e análise estatística

Para análise estatística dos parâmetros de semente inteira, semente danificada, casca junto à semente, capacidade operacional e casca obtida, foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo fatorial de 3 x 3 x 6, com a combinação dos fatores: **Rotações** no volante da máquina, que influem nas frequências de acionamento do semi-cilindro descascador: $R_1 = 60$ rpm; $R_2 = 80$ rpm; $R_3 = 100$ rpm; **Aberturas** do semi-cilindro descascador à tela côncava: $D_1 = 11$ mm; $D_2 = 16$ mm; $D_3 = 21$ mm; **Repetições** em número de 6 cada uma, com amostras de 5kg de vagem de amendoim da variedade BR1, proveniente do município de Itabaiana, PB, da safra de 1997.

Para se obter as diferentes rotações, mudou-se o diâmetro da polia-motora, conseguindo-se variação na frequência do movimento do semi-cilindro descascador, enquanto as variações das distâncias foram alcançadas pelo ajuste dos parafusos de controle da distância do semi-cilindro descascador à tela côncava.

Para as análises estatísticas foram feitas utilizou-se o Software SOC/NTIA, Embrapa Algodão (conforme listagem de programa no Apêndice A).

O resumo da análise de variância dos fatores estudados é apresentado na Tabela 4.3, na qual se verifica que a alteração da rotação da polia motora ou da distância do semi-cilindro descascador à tela côncava e a interação rotação e distância, não proporcionaram diferenças significativas nos quantitativos de semente inteira.

Para o fator sementes danificadas, observa-se que a distância influenciou na quantidade de sementes quebradas no processo de descascamento, com significância a nível de 1% de probabilidade, mas, para a rotação e a interação rotação x distância a análise estatística, revelou-se não significativa. Pode-se verificar, também, que não houve influência da rotação nem da interação nos quantitativo de cascas contida nas sementes; no entanto, a distância influenciou significativamente a nível de 5% de probabilidade estatística.

O resultado da análise de variância para casca obtida apresentou significância a nível de 5% de probabilidade estatística em relação a distância e rotação, revelando que a alteração, tanto na distância quanto na rotação, reflete nos quantitativos de casca obtida, porém, para a interação destes dois fatores a análise apresentou-se não significativa.

Para a capacidade operacional a análise revelou significância a nível de 1% de probabilidade estatística com relação a distância e rotação, ou seja, com a variação desses fatores observam-se mudanças quantitativas na capacidade operacional. A interação entre os dois fatores revelou-se não significativa.

Tabela 4.3. Resumo da análise de variância dos valores em grama de semente inteira, semente danificada, casca na semente, casca obtida e capacidade operacional de uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		Sementes inteiras (g)	Sementes danificadas (g)	Casca junto da semente (g)	Casca obtida (g)	Capacidade operacional (kg/h)
Rotação (R)	2	8140,10 ns	29,68 ns	239,79 ns	3648,91 *	3942,66 **
Distância (D)	2	17558,75 ns	755,97 **	626,56 *	3869,33 *	2359,44 **
R x D	4	9257,76 ns	77,84 ns	147,57 ns	2450,19 ns	1003,05 ns
Resíduo	39	10254,49	96,54	161,18	1082,11	425,11
CV (%)		3,24	24,58	21,29	2,95	6,5

ns não significativo

* significativo a nível de 5% de probabilidade

** significativo a nível de 1% de probabilidade

Para os fatores que apresentaram significância estatística foi feita uma análise de regressão.

4.5. Conclusões

O custo operacional total por hora da máquina por acionamento mecânico foi estimado em R\$3,74, enquanto o da máquina por acionamento manual (Embrapa Algodão) em R\$3,05.

O custo total para obtenção de 1kg de semente na máquina manual é 9,4 vezes maior que o da máquina mecânica, sendo estimado em R\$ 0,17 e 0,018, respectivamente.

A interação, rotação x distância, não teve influência nos fatores avaliados (semente inteira, danificada, casca na semente, casca obtida e capacidade operacional).

A rotação do volante da máquina não influenciou na quantidade de semente inteira, semente danificada e casca junto da semente afetando, no entanto, a quantidade de casca obtida e a capacidade operacional.

A distância do semi-cilindro à tela côncava não influenciou na quantidade de sementes inteiras, influenciando, no entanto, nos quantitativos de sementes danificadas, casca junto da semente, casca obtida e capacidade operacional.

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS OPERACIONAIS DA MÁQUINA POR ACIONAMENTO MECÂNICO

5.1. Introdução

Na engenharia, é crescente a necessidade de otimização de processamentos, principalmente quando se utiliza material biológico como grãos, o que leva os pesquisadores a desenvolver tecnologias com a máxima viabilidade técnica. Com isto, procura-se não apenas a redução dos custos mas, também, o aumento da capacidade operacional, ou maior a quantidade de material processado por unidade de tempo; a redução de danos mecânicos às sementes, melhorando as características do produto e diminuindo as perdas no beneficiamento; por fim, a

diminuição do esforço físico por parte dos operadores, com adoção de acionamento mecânico nos equipamentos envolvidos nos processos.

5.2. Avaliação de desempenho da máquina

Os parâmetros de desempenho avaliados são apresentados nas Figuras 5.1 a 5.10 e os resultados operacionais da máquina motorizada são apresentados no apêndice C, onde se pode observar os dados obtidos para tempo, capacidade operacional, sementes inteiras, sementes danificadas, casca junto da semente e casca obtida, nas rotações e distâncias estudadas.

5.2.1. Eficiência de descascamento

A eficiência de descascamento foi calculada pelos quantitativos de peso e percentagem obtidos de semente inteira, semente quebrada, casca contida na semente e casca obtida.

Os quantitativos em grama foram obtidos através de balança eletrônica da marca GEHAKA modelo BG 8000, carga mínima de 2.5g e máxima de 8.080g divisão de 0.1g.

5.2.1.1. Sementes inteiras

O percentual de semente inteira revela a eficiência do sistema de descascamento da máquina. Os valores encontrados no teste de avaliação de desempenho do protótipo da máquina descascadora de amendoim, avaliada para a variedade BR1, são apresentados nas Figuras 5.1 e 5.2.

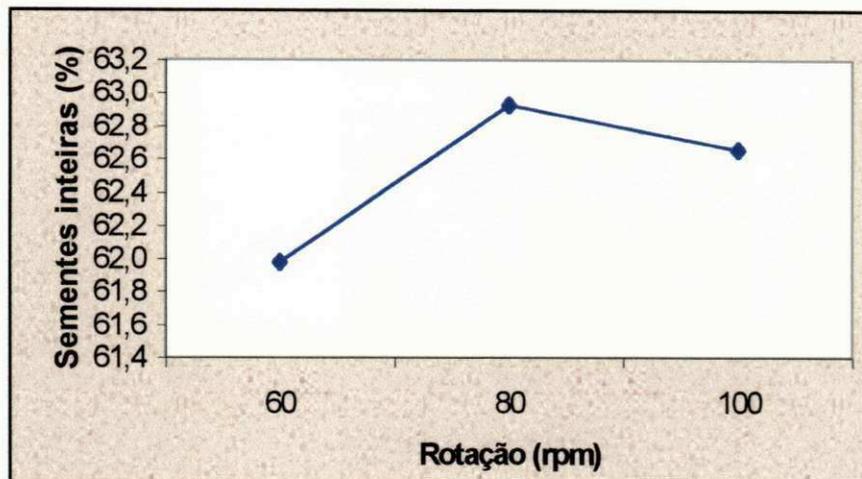


Figura 5.1. Percentuais de sementes inteiras descascadas na máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Na Figura 5.1, pode-se observar uma tendência de aumento nos quantitativos de sementes inteiras a medida em que se aumentou a rotação, com um incremento de aproximadamente 1%, quando se passou de 60 para 80rpm.

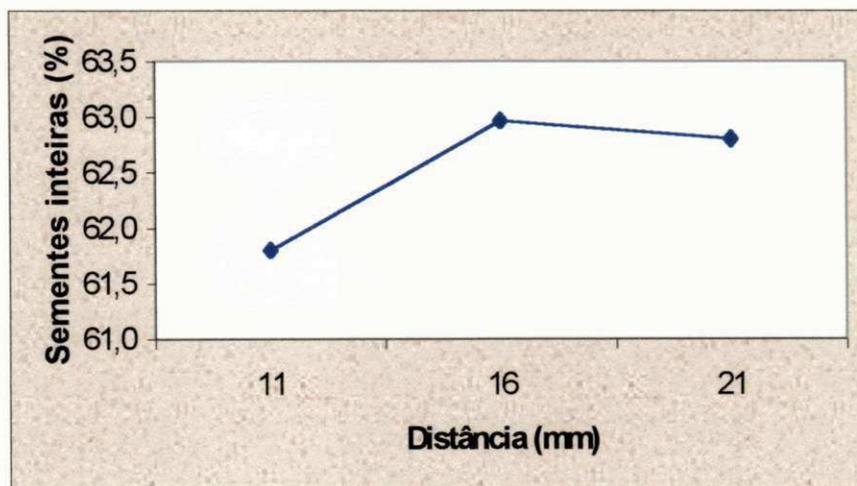


Figura 5.2. Percentuais de sementes inteiras descascadas na máquina por acionamento mecânico em três distâncias distintas, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Na Figura 5.2, observa-se comportamento semelhante, em relação a distância do semi-cilindro descascador à tela côncava, ou seja, uma tendência de aumento nos quantitativos de sementes inteiras de 11 para 16mm e um decréscimo desta para 21mm.

Os resultados conseguidos com o protótipo, em relação aos quantitativos de sementes inteiras, são superiores aos observados por Davidson (1981) de 44,6%, Mayeux (1982) de 57,2% e Silva *et al.*(1996) de 57%.

5.2.1.2. Sementes danificadas

As percentagens de sementes danificadas nas diferentes distâncias e rotações avaliadas do protótipo da máquina descascadora de amendoim da variedade BR1, aparecem nas Figuras 5.3 e 5.4.

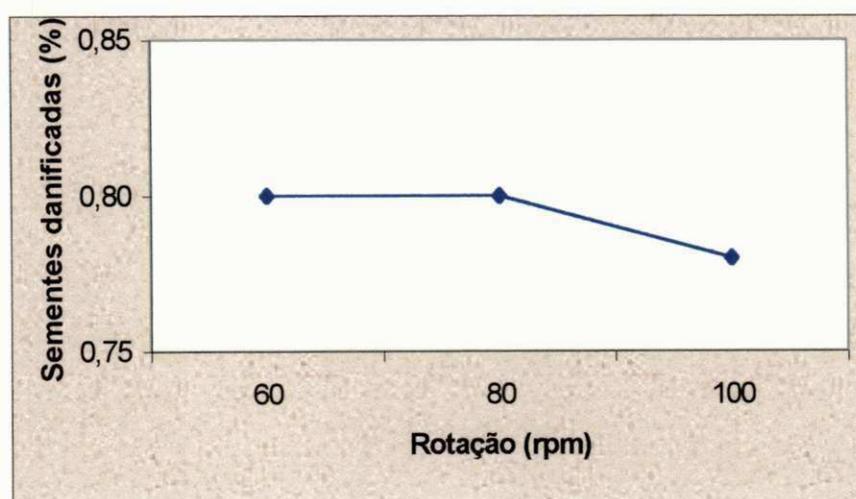


Figura 5.3. Percentuais de sementes danificadas processadas na máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Observa-se na Figura 5.3 uma tendência de decréscimo nos quantitativos de sementes danificadas com o aumento de rotação.

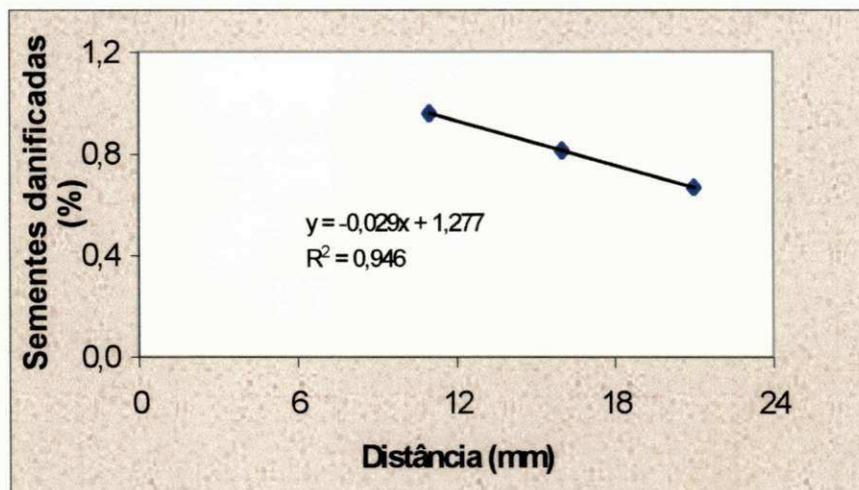


Figura 5.4. Percentuais de sementes danificadas processadas na máquina por acionamento mecânico em três distâncias distintas, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Verifica-se na Figura 5.4, uma queda linear nos quantitativos de sementes danificadas, com o aumento da distância do semi-cilindro descascador à tela côncava.

O aumento da distância favoreceu uma diminuição no percentual de quebra da semente, comportamento este observado por diversos autores, como SINGH e THONGSAWATWONG (1983) e GORE *et al.* (1990).

Os percentuais de sementes danificadas encontrados por MAYEUX (1982), DAVIDSON (1981), SINGH (1993) e SILVA *et al.* (1996) foram de 16,7%,

28,6%, 3,7 a 5,13% e 4,3%, respectivamente, superiores aos encontrados nos testes experimentais com o protótipo em questão.

5.2.1.3. Casca contida nas sementes

Os percentuais de cascas junto com as sementes de amendoim BR1 (Figura 5.5 e 5.6) é fator importante para a máquina desenvolvida, uma vez que a mesma se propõe a efetuar uma pré-limpeza das cascas provenientes do descascamento.

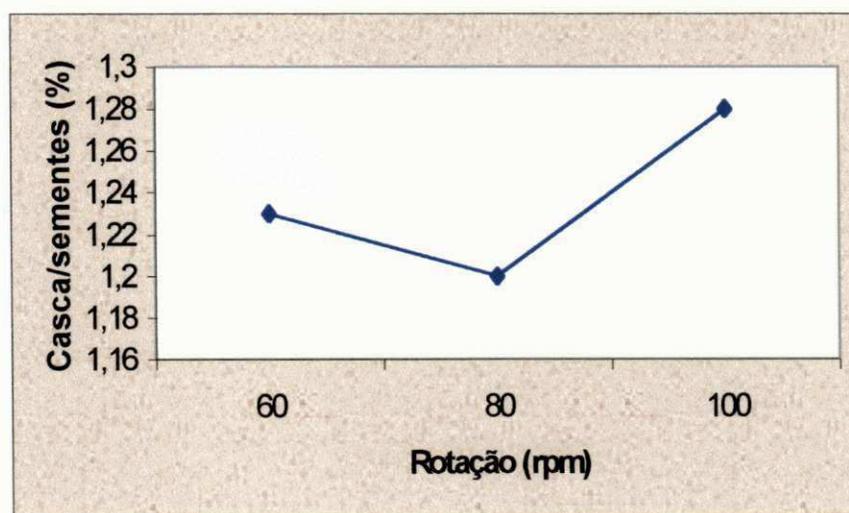


Figura 5.5. Percentuais de casca contida nas sementes após o processamento na máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Para se analisar a eficiência de separação do sistema, deve-se levar em consideração o fluxo de saída do material na tela côncava e o tamanho das partículas da casca, tendo em vista que este parâmetro revela a eficiência do sistema de separação (pré-limpeza) projetado para a máquina.

Na Figura 5.5 observa-se que, não existe uma tendência definida nos quantitativos de cascas junto das sementes quando se aumenta a rotação de 60 para 100rpm.

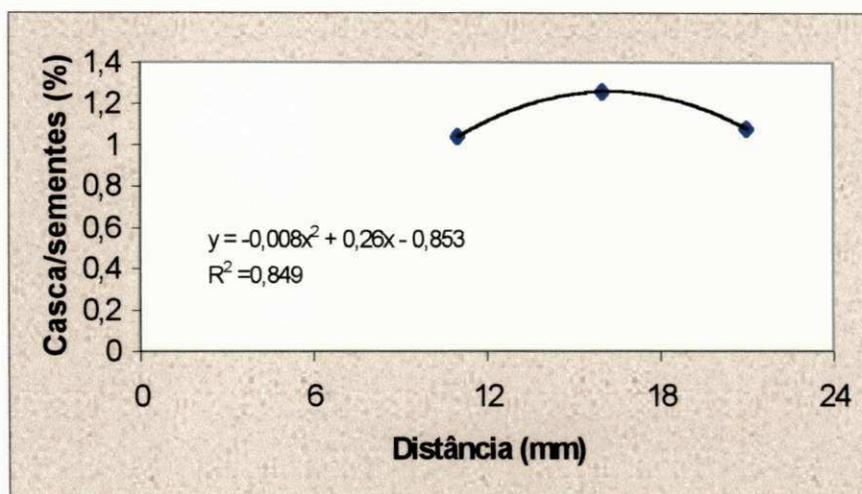


Figura 5.6. Percentuais de casca contida nas sementes após o processamento na máquina por acionamento mecânico em três distâncias distintas, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Na Figura 5.6 observa-se um aumento no percentual de cascas junto às sementes, a medida em que se aumentou a distância do semi-cilindro descascador à tela côncava, com um ponto de máximo na abertura de 17,12mm.

5.2.1.4. Casca obtida

Os percentuais de casca obtida na avaliação do protótipo da máquina descascadora de amendoim, avaliados na variedade BR1, são observados nas Figuras 5.7 e 5.8.

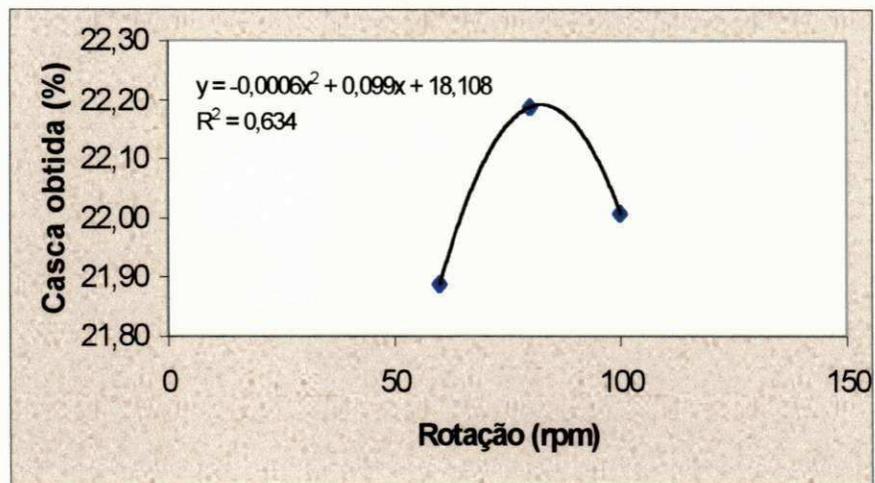


Figura 5.7. Percentuais de casca obtida após o processamento na máquina por acionamento mecânico em três rotações distintas, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Verifica-se na Figura 5.7 observa-se um aumento no percentual de casca obtida, quando se aumentou a rotação, com um ponto de máximo na velocidade 89,1rpm.

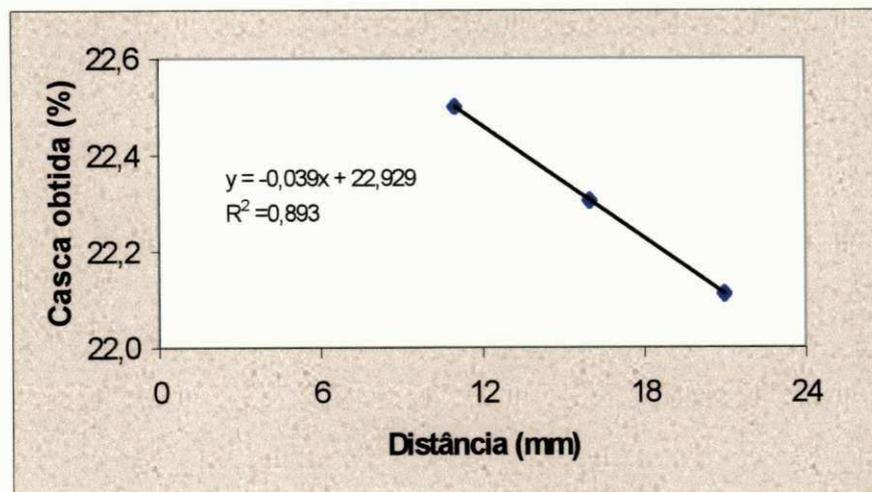


Figura 5.8. Percentuais de casca obtida após o processamento na máquina por acionamento mecânico em três distâncias distintas, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Verifica-se na Figura 5.8 que, com o aumento da distância do semi-cilindro descascador à tela côncava, o quantitativo de casca obtida decresceu linearmente, tendo em vista que, os elementos ativos, ou seja, os grampos e a tela côncava, reduzem a eficiência para descascar a vagem de amendoim, implicando numa menor quantidade de casca; no entanto, a quantidade de vagem, por descascar, junto das sementes é maior (conforme dados experimentais de desempenho da máquina no apêndice C).

5.2.2. Capacidade operacional

Foi determinada pela relação da quantidade de vagens descascadas por tempo de produção, expressa em kg/h considerando-se, como unidade experimental, uma amostra de 5,0kg de vagens e o tempo de produção foi determinado entre o início e o final do descascamento da amostra (MIALHE, 1974). Para essa determinação utilizou-se um cronômetro da marca CAMERO SHOCK-PROTECTED.

A avaliação deste parâmetro revela a quantidade de vagem de amendoim processada por unidade de tempo, mostrando a capacidade de produção da máquina.

Nas Figuras 5.9 e 5.10 pode-se observar os resultados da capacidade de descascamento do protótipo da máquina por acionamento mecânico nas rotações e distâncias estudadas e avaliadas para o amendoim, variedade BR1.

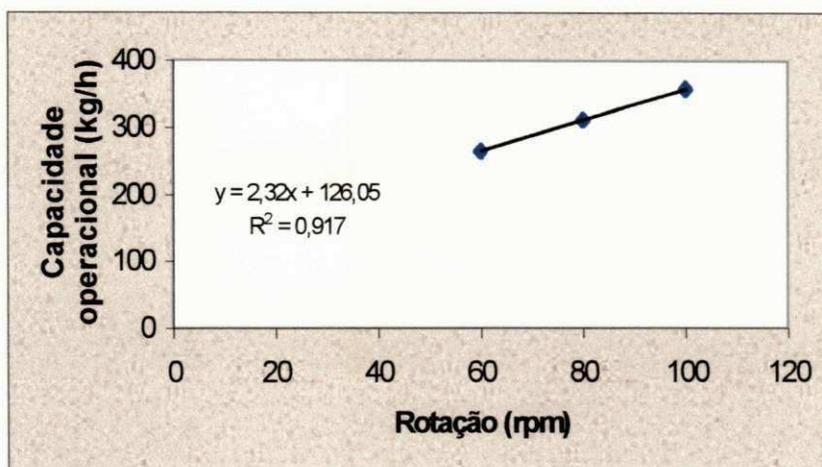


Figura 5.9. Capacidade operacional da máquina por acionamento mecânico em três rotações, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Na Figura 5.9 observa-se um crescimento linear da capacidade operacional da máquina por acionamento mecânico, quando se aumenta a rotação.

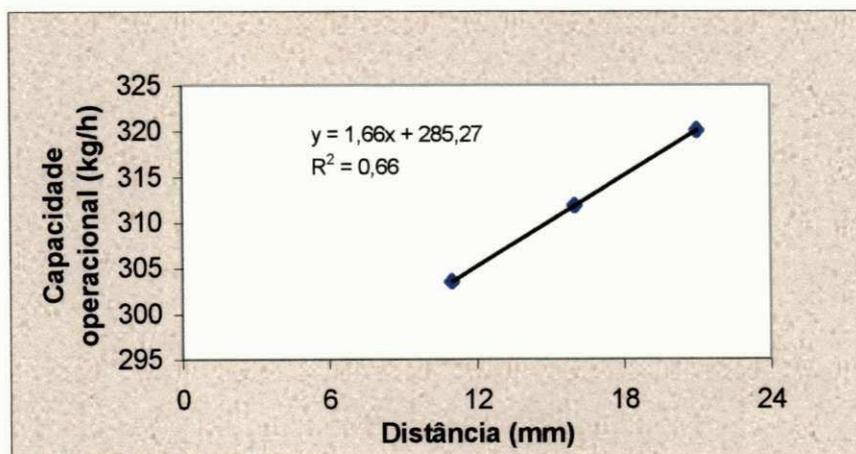


Figura 5.10. Capacidade operacional da máquina por acionamento mecânico em três distâncias do semi-cilindro descascador à tela côncava, em uma amostra de 5kg de amendoim em vagem

Verifica-se na Figura 5.10 um acréscimo linear da capacidade operacional da máquina por acionamento mecânico, quando se aumenta a distância do semi cilindro descascador à tela côncava.

Quando comparada a outras máquinas projetadas, a capacidade operacional da máquina desenvolvida é bem superior daquela encontrada por MAYEUX (1982) de 60 a 70 kg/h, SINGH (1993) de 70 a 80 kg/h, DAVIDSON (1981) de 79,2 kg/h, AKCALI (1996) de 80 kg/h e SILVA *et al.* (1999) de 113 kg/h.

5.3. Resultados operacionais da máquina descascadora de amendoim por acionamento manual e mecânico.

Na Tabela 5.1 apresenta-se um comparativo entre os dados operacionais da máquina motorizada com a máquina manual, desenvolvidas pela Embrapa Algodão.

Observa-se, pelos resultados obtidos na Tabela 5.1, que a máquina por acionamento mecânico tem uma capacidade média operacional de 317 kg/h, um índice de quebra de 0,8% e um percentual de casca junto das sementes de 1,6%.

Tabela 5.1. Resultados operacionais das máquinas manual (Embrapa Algodão) e mecânica no descascamento de vagens de amendoim. Campina Grande, 1998.

	MAQUINA MANUAL *		MAQUINA MECÂNICA	
	Amostra de 3kg		Amostra de 5kg	
Capacidade de descascamento	113,0 kg/h		317,00 kg/h	
Semente inteira obtida	1715,0 g	57,0 %	3196,60 g	63,93 %
Semente quebrada obtida	128,0 g	4,3 %	40,02 g	0,80 %
Vagem inteira obtida com a semente	166,0 g	5,5 %	142,03 g	2,84 %
Vagem inteira obtida na casca	-	-	0,65 g	0,01 %
Semente chocha junto da semente	-	-	91,83 g	1,84 %
Semente chocha obtida na casca	-	-	1,05 g	0,02 %
Semente obtida na casca	-	-	1,30 g	0,03 %
Semente danificada obtida na casca	-	-	0,80 g	0,02 %
Casca junto da semente	-	-	78,15 g	1,60 %
Casca obtida	989,0 g	32,9 %	1123,20 g	22,46 %

*Fonte: SILVA *et al.* (1999)

Na Tabela 5.1 verifica-se que a capacidade operacional da máquina por acionamento mecânico é 2.8 vezes superior ao desempenho da máquina manual desenvolvida pela Embrapa Algodão.

Quanto ao percentual de semente inteira, o acréscimo da máquina manual para a mecânica foi de 6,93% pontos percentuais, resultando em um produto de melhor qualidade visual, e, conseqüentemente, em maior valor de mercado, principalmente quando este produto tem por finalidade o consumo “in natura”, cuja exigência do consumidor é de um produto de melhor aparência.

O percentual de sementes quebradas foi reduzido de 4,30 para 0,80%, quando se passou da máquina manual para a mecânica, o que representa menores perdas do amendoim processado.

Para o percentual de vagem inteira remanescente após o beneficiamento, observa-se que houve redução de 5,50 para 2,84%, o que revela uma maior eficiência da máquina mecânica em relação à manual.

No percentual de casca obtida no processamento para as duas máquinas, verifica-se redução de 32,90 para 22,46%, quando se passou da máquina manual para a mecânica.

Para a máquina mecânica, outros parâmetros foram quantificados para melhor caracterização do material processado, como o percentual de vagem inteira obtida no conduto de escoamento da casca, que foi de 0,01%; o percentual de semente chocha com a semente 1,84%; o percentual de semente chocha com as cascas 0,02%; o percentual de semente na casca, que foi de 0,03%, revelando a alta eficiência do sistema de separação; semente danificada obtida na casca 0,02% e a casca junto da semente, 1,6%.

5.4 Conclusões

Houve uma tendência de aumento no percentual de semente inteira até a rotação de 80rpm. Comportamento semelhante foi observado até a distância de 16mm.

O percentual de semente danificada decresceu linearmente com o aumento da distância do semi-cilindro descascador à tela côncava.

Houve um aumento no percentual de cascas junto às sementes, a medida em que se aumentou a distância do semi-cilindro descascador à tela côncava, com um ponto de máximo na abertura de 17,12mm.

Observou-se aumento no percentual de casca obtida, quando se aumentou a rotação, com um ponto de máximo na velocidade 89,11rpm; enquanto que, o percentual de casca obtida decresceu linearmente com o aumento da distância do semi-cilindro descascador à tela côncava.

Verificou-se crescimentos lineares da capacidade operacional da máquina por acionamento mecânico com o aumento da rotação e da abertura entre o semi-cilindro descascador e a tela côncava.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSÕES FINAIS E SUGESTÕES

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se obter uma máquina com alta capacidade operacional, baixo índice de danos às sementes e uma boa eficiência no sistema de separação. Procurou-se estruturar esta pesquisa levando-se em consideração a caracterização física de vagens e sementes de amendoim da variedade BR1, como: tamanho, teor de umidade e ângulo de repouso.

Diante dos resultados obtidos e parar a realização de futuros trabalhos nessa área, recomenda-se:

Desenvolver um sistema de proteção de polias e correias.

Avaliar a velocidade de alimentação da máquina e suas implicações nos danos as sementes.

Estudar a eficiência do sistema de separação das cascas.

Avaliar o desempenho da máquina para outras variedades de amendoim em diferentes teores de umidade.

Estudar outras rotações e distâncias do semi-cilindro à tela côncava.

Estudar o nível de ruído e das vibrações e suas implicações no operador da máquina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKCALI, I.D. Na approach to developing a peanut sheller. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v.27, n.3, p.44-50, 1996.
- ARAÚJO, J.M. de; SANTOS, R.C. dos; FARIAS, F.J.C.; SOUZA, J.M. de. Diagnóstico da cultura do amendoim nos municípios de Mogeiro, Itabaiana e Pilar – PB. Ano 1. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB) **Relatório técnico anual 1990/91**, Campina Grande, 1992. p.430-434.
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307p.
- BARROS, J.A.L.; SANTOS, R.C. dos; ARAÚJO, J.M. de; SANTOS, J.W. dos; OLIVEIRA, S.R. de M. Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim no Estado da Bahia. In: EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, (Campina grande, PB). **Relatório técnico anual, 1992/93**. Campina Grande, 1994. p.387-390.
- BOYD, J. **Tools for agriculture: a buyers guide to low cost agriculture implements**. London: Intermediate Tecnology, 1976. 172p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (Brasília, DF) **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.
- CARRUTHERS, I. **Tools for agriculture: a buyers to appropriate equipament**. London: Intermediate Tecnology, 1985. 264p.

CENTRAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING. **Development and evaluation of processing equipment.** Nabi Bach, India, 1981. 63p.

CHUNG, D.H.; KIM, S.D.; CHO, Y.K. Studies on the development of a peanut sheller. **Farm Management Agricultural Engineering and Sericulture**, Suweon, v.27, n.1, p.10-18, 1985.

DASH, A.K.; DAS, D.K.; DASH, S.K. Development and performance evaluation of a pedal-operated groundnut decorticator. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v.25, n.2, p. 61-65, 1994.

DAVIDSON JUNIOR, J.I.; HUDGINS, R.F.; BENNETT, C.T. Some design and performance characteristics of a small peanut sheller. **Oleagineux**, v.36, n.8/9, p.433-438, 1981.

ESWARAPPA, H.; CHOWDE-GOWDA, M.; RAGHAVAN, G.V.S. Comparative performance of different methods of groundnut threshing. **Journal of Agriculture Science, Mysore**, v.29, n.4, p.332-336, 1995.

ESWARAPPA, H.; GOWDA, M.C.; CHOWDE-GOWDA, M. Development and evaluation of power operated groundnut pod stripper-loop type. **Journal of Agriculture Science, Mysore**, v.30, n.1, p.56-63, 1996.

FIGUEIREDO, D.J.C. de. **Comportamento e estabilidade fenotípica em genótipos de amendoim nos Estados da Paraíba e Pernambuco.** Areia:UFPB, 1992. 54p. Dissertação Mestrado.

FREITAS, S.M. de; GODOY, I.J. de; VIEIRA, R.D. Aspectos comparativos da produção e comercialização de amendoim nos países do mercosul. **Informações Econômicas**, v.25, n.1, p. 49-55, 1995.

GORE, K.L.; GUPTA, C.P.; SINGH, G. Development of power operated groundnut sheller. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v.221, n.3, p.38-44, 1990.

GUPTA, C.P.; SINGH, G.; GORE, K.L. Design and operation of pedal operated peanut sheller. In: CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING, 1988, Australia. **Proceedings ...** Australia: Institute of Engineers, 1988. p. 25-30.

HOPFEN, H.J. **Aperos de labranza para las regiones aridas y tropicales**. Roma: FAO, 1970. 180p. (FAO. Cuadernos de fomento agropecuario, 91).

HUNT, D. **Maquinaria agrícola: rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo**. México: Limusa, 1991. 451p.

KITTICHAJ, T. **Development and testing of a power-operated groundnut sheller**. [S.l.], Asian Institute of technology Bangkok, 1984. Thesis.

MABIE, H.H.; OCVIK, F.W. **Dinâmica das máquinas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1980. 579p.

MABIE, H.H.; OCVIK, F.W. **Mecanismos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1980. 298p.

MANDVIKAR, S.S. A new groundnut decorticator. **Indian Farming**, Bhopal, India, v.38, n.9, p.33, 1988.

MAYEUX, A. Le décortiqueur d'arachide arara "familial". **Oléagineux**, v.37, n.10, p.463-467, 1982.

MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ceres, 1974. 301p.

PARK, H.J.; CHO, Y.K.; HONG, S.G.; SONG, C.J. Study on the development of a peanut sheller for seed. **Farm management agricultural engineering and sericulture**, Korean, v.32, n.1, p.61-67, 1990.

PREVISÃO E ACOMPANHAMENTO DE SAFRAS. Brasília: MAARA. CONAB, v.19, n.4, p.13-14, abr. 1995.

PRUSTY, P.C.; NANDA, S.K.; DAS, D.K. Comparative performance of different groundnuts decorticators. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**. v.27, n.4, p.32-36, 1996.

SAAD, O. **Seleção do equipamento agrícola**. São Paulo: Nobel, 1976. 120p.

SALES, M.M.S. **Estudo da divergência genética em genótipos de amendoim do banco de germoplasma do CNPA**. Arcaia: UFPB, 1995. 56p. Trabalho de Graduação.

SHIGLEY, J.E. **Cinética dos mecanismos**. São Paulo: Edgard Blucher, 1970.

SILVA, J. de S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. 500p.

SILVA, O.R.R.F. da; BEZERRA, J.E.S.; CARVALHO, O.S. Tecnologias desenvolvidas pelo setor de mecanização do centro nacional de pesquisa do algodão. In: **SEMINÁRIO TRAÇÃO ANIMAL**, 1989, Recife. **Resumos...** Recife: SUDENE, 1989.

SILVA, O.R.R.F. da; VALE, L.V.; CARVALHO, O.S.; SANTOS, R.F. dos; SANTOS, R.C. dos; CARTAXO, W.V.; ALVES, I. **Descascador manual de amendoim, alternativa para o pequeno produtor**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999. 22p. (Embrapa-CNPA- Circular técnica, 29).

SINGH, G. Development of unique groundnut decorticator. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v.24, n.1, p.55-64, 1993.

SINGH, G.; THONGSAWATWONG, P. Evaluation and modification of two peanut shellers. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v.14, n.3, p.33-40, 1982.

SINGH, M.P.; THAKUR, T.C.; HUA, G.Z. Draught animal power used for operating rotary poered machines. In: INTERNACIONAL AGRICULTURAL MECHANIZATION CONFERENCE, 1991, Beijing. **Proceeding...** Beijing, China:[s.n], 1991.

APÊNDICE A

PROGRAMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA

SOC/NTIA

PROGRAMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA

```
genese o1
num vel aber rep seint seque sech casc vg casob tempo rend;
arquivo q1=abref(c:Max01.soc) seint;
arquivo q2=abref(c:Max02.soc) seque;
arquivo q3=abref(c:Max03.soc) sech;
arquivo q4=abref(c:Max04.soc) sesc;
arquivo q5=abref(c:Max05.soc) vg;
arquivo q6=abref(c:Max06.soc) casob;
arquivo q7=abref(c:Max07.soc) tempo;
arquivo q8=abref(c:Max08.soc) rend;
{
    vel=60;
    enquanto (vel<=100)
    {
        aber=11;
        enquanto(aber<=21)
        {
            rep=1;
            enquanto(rep<=6)
            {
                leiaf(q1);
                leiaf(q2);
                leiaf(q3);
                leiaf(q4);
                leiaf(q5);
                leiaf(q6);
                leiaf(q7);
                leiaf(q8);
                grave;
                rep=rep+1;
            }
        }
    }
}
```

```

                                aber=aber+5;
                                }
                                vel=vel+20;
                                }
                                }
imprime -170 o1
tl listagem dos dados;
}
modlin o1
tl andeva para vel aber seint seque sech casc vg casob tempo rend;
mod seint seque sech casc vg casob tempo rend=vel aber vel*aber;
med vel aber vel#aber;
cp vel;
c=pol;
cp aber;
c=pol;
}
genese o2
num velaber1 velaber2 velaber3;
file a=abres(o1);
{leias(a)
velaber1=vel*(aber==11);
velaber2=vel*(aber==16);
velaber3=vel*(aber==21);
}
genese o3
num abervel1 abervel2 abervel3;
file a=abres(o1);
{leias(a);
abervel1=aber*(vel==60);
abervel2=aber*(vel==80);
abervel3=aber*(vel==100);
}

```

modlin o2

tl soma de quadrados vel dentro aber;

mod seint seque sech casc vg casob tempo rend=aber velaber1 (aber)

 velaber2(aber) velaber3(aber);

cp velaber1(aber);

c=pol;

cp velaber2(aber);

c=pol;

cp velaber3(aber);

c=pol;

}

modlin o3

tl soma de quadrados aber dentro vel;

mod seint seque sech casc vg casob tempo rend=vel abervel1(vel) abervel2(vel)

 aberve13(vel);

cp abervel1(vel);

c=pol;

cp abervel2(vel);

c=pol;

cp abervel3(vel);

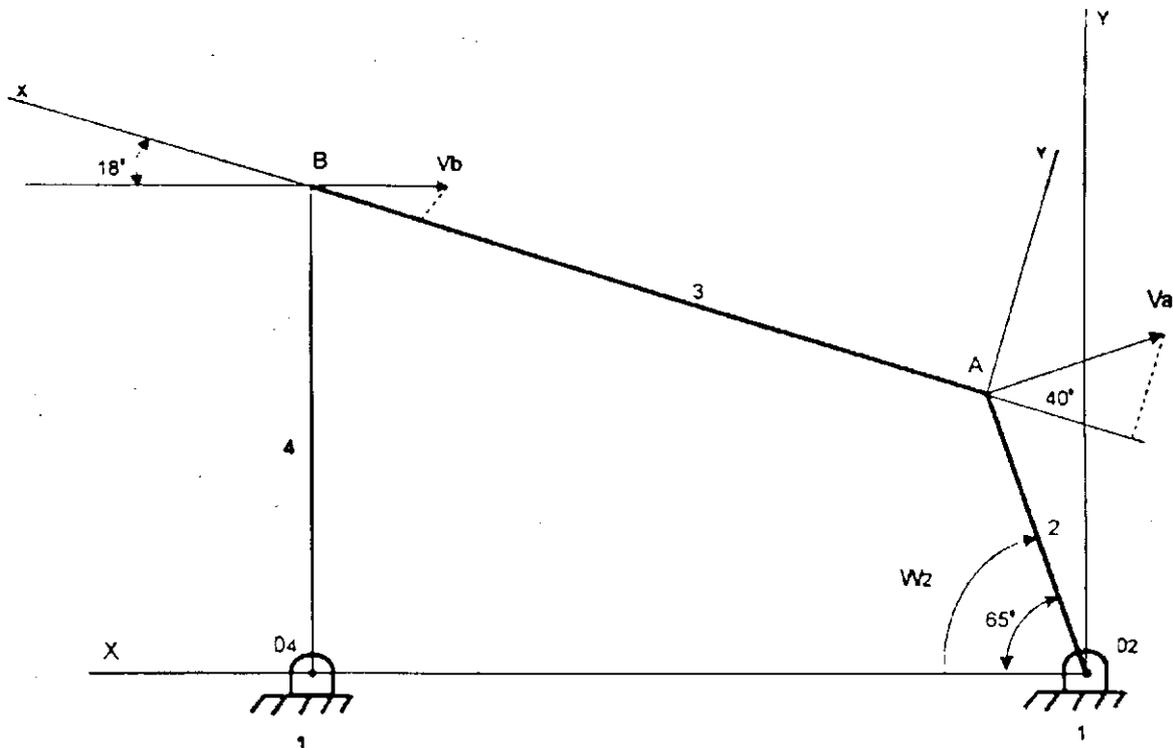
c=pol;

}

APÊNDICE B

**ANÁLISE DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO POR CÁLCULO
VETORIAL E POLÍGONOS**

MECANISMO DA MÁQUINA DE BENEFICIAMENTO DE AMENDOIM NUMA SITUAÇÃO INSTANTÂNEA



Escala 2:1

Dados:

$O_2A = 220 \text{ mm}$
 $O_4B = 360 \text{ mm}$
 $AB = 530 \text{ mm}$
 $O_2O_4 = 580 \text{ mm}$
 $W_z = 100 \text{ rpm} = 10,47 \text{ rad/seg}$
 $K_v = 0,5 \text{ m/seg}$
 $K_a = 6 \text{ m/seg}^2$

Legenda:

- 1 - Partes fixas da máquina
- 2 - Volante
- 3 - Biela ou braço de acionamento
- 4 - Manivela ou barra do semi-cilindro

1 – ANÁLISE DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO POR CÁLCULO VETORIAL DA MÁQUINA BENEFICIADORA DE AMENDOIM NUMA SITUAÇÃO INSTANTÂNEA

CÁLCULO DAS VELOCIDADES

A velocidade no ponto B é dada por:

$$V_b = V_o + V + W \times R$$

$$V_b = V_b(-\cos 18^\circ \vec{i} + \sin 18^\circ \vec{j}) = V_b(-0,951 \vec{i} + 0,309 \vec{j})$$

$$V_a = V_a(-\cos 40^\circ \vec{i} + \sin 40^\circ \vec{j}) = V_a(-0,766 \vec{i} + 0,643 \vec{j})$$

$$V_a = W_2 \cdot O_2 A = 100 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot 0,22 \therefore V_a = 2,304 \text{ m/s}$$

Então:

$$V_a = 2,304(-0,766 \vec{i} + 0,603 \vec{j}) = -1,765 \vec{i} + 1,481 \vec{j}$$

Substituindo estas relações na equação de V_b , obtemos:

$$V_b = (-0,951 \vec{i} + 0,309 \vec{j}) = -1,765 \vec{i} + 1,481 \vec{j} + (W \times R) \vec{j}$$

Somando as componentes i , vem:

$$-0,951 \vec{i} V_b = -1,765 \vec{i} \therefore V_b = 1,856 \text{ m/s}$$

Portanto,

$$W_4 = \frac{V_b}{O_4b} = \frac{1,856}{0,36} \therefore W_4 = 5,155 \text{ rad/s} = 49,2 \text{ rpm}$$

Somando as componentes j , vem:

$$0,309 V_b \vec{j} = 1,481 \vec{j} + (W \times R) \vec{j}$$

$$0,309 \cdot 1,856 \vec{j} = 1,481 \vec{j} + (W \times R) \vec{j}$$

$$-0,907 \vec{j} = (W \times R) \vec{j} \therefore W \times R = -0,907 \text{ m/s}$$

Portanto,

$$W = W_3 = \frac{0,907}{0,53} \therefore W_3 = 1,711 \text{ rad/s}$$

Para o cálculo da velocidade do semi-cilindro descascador (V_c), utiliza-se a semelhança de triângulos; então, tem-se:

$$\frac{V_b}{V_c} = \frac{O4B}{r}, \text{ logo, } V_c = \frac{V_b \cdot r}{O4B} = \frac{1,856 \cdot 260}{360} \therefore V_c = 1,34 \text{ m/s}$$

CÁLCULO DAS ACELERAÇÕES

$$Ab = Aa + A + 2W \times V + \dot{W} \times R + W \times (W \times R)$$

$$Ab^n = Ab^n (-\cos 72^\circ i - \sin 72^\circ j) = -0,309 Ab^n i - 0,951 Ab^n j$$

$$Ab^n = \frac{(V_b)^2}{O4B} = \frac{(1,856)^2}{0,36} \therefore Ab^n = 9,568 \text{ m/seg}^2$$

Então;

$$Ab^n = -0,309 \times 9,568 i - 0,951 \times 9,568 j$$

$$Ab^n = -2,956 i - 9,099 j$$

$$Ab^n = Ab' (-\cos 18^\circ i + \sin 18^\circ j) = -0,951 Ab' i + 0,309 Ab' j$$

$$Aa = Aa^n (-\cos 50^\circ i - \sin 50^\circ j)$$

$$Aa^n = O_2 A (W_2)^2 = 0,22 (10,47)^2 \therefore Aa^n = 24,12 \text{ m/seg}^2$$

Então:

$$Aa^n = 24,12 (-\cos 50^\circ i - \sin 50^\circ j) = 15,50 i - 18,48 j$$

$$2W \times V = 0$$

$$A = 0$$

$$\dot{W} \times = (\dot{W} \times R)j$$

$$W \times (W \times R) = -1,711 \times 0,907 = -1,552i \text{ m/seg}^2$$

Substituindo estas relações na equação de Ab , obtemos:

$$Ab^n = Ab^n + Ab' = Aa + 2W \times V + \dot{W} \times R + W \times (W \times R)$$

$$-2,956i - 9,099j - 0,951Ab'i + 0,309Ab'j$$

$$-15,50i - 181,48j + (\dot{W} \times R)j - 1,552i$$

Somando os componentes i , vem:

$$-2,956i - 0,951Ab'i = -15,50i - 1,552i$$

$$-0,951Ab'i = -14,096i \therefore Ab' = 14,82 \text{ m/seg}^2$$

$$Ab' = -951 \times 14,82i + 0,309 \times 14,82j$$

$$\therefore Ab' = -14,094i + 4,579j$$

Somando as componentes j , vem:

$$-9,099j + 0,309Ab'j = -18,48j + (\dot{W} \times R)j$$

$$-9,099j + 0,309 \times 14,82j = -18,48j + (\dot{W} \times R)j$$

$$\therefore (\dot{W} \times R) = 13,96 \text{ m/seg}^2$$

Portanto:

$$\dot{W} \times R = 13,96j \quad \alpha = W \times R$$

$$\dot{W} = \alpha_3 = \frac{13,96}{0,53} \quad \therefore \alpha_3 = 26,34 \text{ m/seg}^2$$

$$\alpha_4 = \frac{Ab'}{O4B} = \frac{14,82}{0,36} \quad \therefore \alpha_4 = 41,16 \text{ m/seg}^2$$

$$Ab = Ab^n + Ab^t = -2,956i - 9,099j - 14,094i + 4,579j$$

$$Ab = -17,05i - 4,52j$$

$$\therefore |Ab| = \sqrt{(-17,05)^2 + (-4,52)^2} \quad \therefore Ab = 17,63 \text{ m/seg}^2$$

Para a aceleração do semi-cilindro (Ac), tem-se:

$$Ac = \sqrt{Ac^{n^2} + Ac^{t^2}}$$

$$\text{onde } Ac^t = \alpha_4 \cdot r$$

$$Ac^n = \frac{Vc^2}{r} \quad \text{logo, } Ac^t = 10,7 \text{ m/s}^2 \quad \text{e } Ac^n = 6,9 \text{ m/s}^2$$

$$Ac = \sqrt{10,7^2 + 6,9^2} = 12,73 \text{ m/s}^2$$

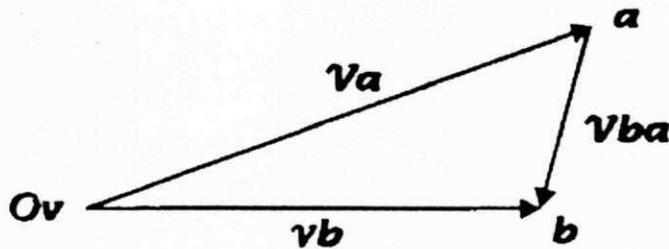
2. ANÁLISE DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO POR POLÍGONOS DE VELOCIDADES E DE ACELERAÇÕES

POLÍGONO DE VELOCIDADE:

$$Kv = 0,5 \text{ m/seg}$$

$$Ova = \frac{Va}{Kv} = \frac{2,304}{0,5} \quad \therefore \quad Ova = 4,6$$

$$Kv = 0,5 \text{ m/seg}$$



$$Vb = Ovb \times Kv = 3,9 \times 0,5 \quad \therefore \quad Vb = 1,95 \text{ m/seg}$$

$$W_4 = \frac{Vb}{O4B} = \frac{1,95}{0,36} \quad \therefore \quad W_4 = 5,40 \text{ rad/seg}$$

$$\text{ou } W_4 = 51,5 \text{ rpm}$$

POLÍGONO DAS ACELERAÇÕES

$$Aa^n = O_2A \times W_2^2 = 0,22 \times (10,47)^2 \quad \therefore \quad Aa^n = 24,12 \text{ m/seg}^2$$

$$Ab^n = \frac{(Vb)^2}{O4B} = \frac{(1,95)^2}{0,36} \quad \therefore \quad Ab^n = 10,56 \text{ m/seg}^2$$

A aceleração no ponto é:

$$Ab = Aa^n + Aa^t + Ab^n + Ab^t$$

$$Ab = Aa^n + Ab^n + Ab^t$$

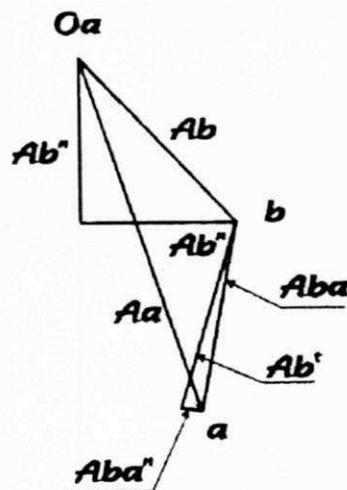
Do polígono de velocidades:

$$V_{ba} = ab \times K_v = 1,6 \times 0,5 \quad \therefore \quad V_{ba} = 0,8 \text{ m/seg}$$

Então:

$$A_{ba}^n = \frac{(V_{ba})^2}{AB} = \frac{(0,8)^2}{0,53} \quad \therefore \quad A_{ba}^n = 1,20 \text{ m/seg}^2$$

POLÍGONO DAS ACELERAÇÕES



$$Ka = 6 \frac{m}{seg^2}$$

$$Ab = Oab \times Ka$$

$$Ab = 2,6 \times 6$$

$$Ab = 15,6 \frac{m}{seg^2}$$

APÊNDICE C

DADOS EXPERIMENTAIS DA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA MÁQUINA

DADOS EXPERIMENTAIS DA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA MÁQUINA

Rotações da polia motora – 60; 80; 100rpm.

Distâncias do semi-cilindro à tela côncava – 01 (11mm); 02 (16mm); 03 (21mm).

Repetições – 01; 02; 03; 04; 05; 06.

Tempo – Tempo de processamento para descascar a amostra de 5 kg;. SI – Semente inteira; SD – Semente danificada; SCh/S – Semente chocha junto da semente; C/S – Casca junto da semente; Vg/S – Vagem por descascar junto da semente; Casca – Casca Obtida após o processamento; SD/C – Semente danificada junto das cascas; SCh/C – Semente chocha junto das cascas; S/C – Semente junto da casca; Vg/C – Vagem junto da casca.

S – Devio-padrão; CV – Coeficiente de variação; RE – Rendimento da máquina.

	Tempo	S.I	S.D.	SCh/S	C/S	Vg/S	Casca	SD/C	SCh/C	S/C	Vg/C
	(s)	(g)									
60-01-01	73	3032,5	78,0	67,00	65,3	89,9	1104,6	1,4	0,8	1,3	0,9
60-01-02	70	3006,6	36,6	98,80	42,5	77,1	1076,4	0,6	1,5	2,2	0
60-01-03	73	3129,6	38,1	75,40	35,5	90,6	1066,2	0,8	2,4	0	0,5
60-01-04	66	3127,6	56,2	73,20	73,5	81,9	1111,9	1,4	0,5	2,5	0,2
60-01-05	71	2924,7	46,6	62,40	124,9	72,1	1039,2	2,2	1,8	0,3	0,6
60-01-06	64	3123,1	57,9	62,20	48,2	80,6	1095,2	1,5	1,7	0	0,5
MÉDIA	69,5	3057,4	52,233	73,167	64,983	82,033	1082,3	1,3167	1,45	1,05	0,45
S	3,7283	83,985	15,412	13,684	32,616	7,216	27,172	0,5672	0,695	1,1185	0,3146
CV (%)	5,3644	2,747	29,506	18,703	50,192	8,7964	2,5107	43,075	47,93	106,52	69,921
RE (kg/h)	258,99										
60-02-01	72	3195,2	34,5	108,90	83,1	99,2	1064,2	0,6	1,9	0,7	0
60-02-02	68	3082,9	39,6	113,00	131,8	105,3	1062,3	0,4	1,3	0	0,5
60-02-03	68	3005,4	20	124,40	68,8	113	1094,5	0,9	1	0,3	1,5
60-02-04	70	2992	43,2	111,58	107,8	114	1114	0,3	0,8	1,9	0,7
60-02-05	70	3018,8	50,6	157,70	125,2	110,2	1168	1,5	1,3	2,4	0
60-02-06	70	3194,8	41,9	98,90	128,8	107,9	1132,4	0,9	2	1,5	0,7
MÉDIA	69,667	3081,5	38,3	119,08	107,58	108,27	1105,9	0,7667	1,3833	1,1333	0,5667
S	1,5055	93,273	10,385	20,61	26,27	5,48	40,973	0,4367	0,4792	0,948	0,5574
CV (%)	2,1611	3,0269	27,116	17,308	24,418	5,0616	3,705	56,955	34,644	83,645	98,36

Cont...

RE (kg/h)	258,37										
60-03-01	69	3171,2	40,5	129,10	89,30	145,6	1080,1	0,3	0,7	1,2	0,0
60-03-02	73	3180,6	25,9	113,70	38,00	137,2	1110,2	0,3	0,8	1,3	2,1
60-03-03	71	3223,4	56,6	98,40	57,30	105,5	1165,5	1,0	1,3	1,4	0,7
60-03-04	66	2975,8	35,3	96,60	44,80	165,7	1058,8	1,2	1,4	5,0	2,4
60-03-05	65	3033,9	42,3	118,40	50,80	124,1	1084,5	0,6	1,6	3,4	3,1
60-03-06	66	3095	32,9	154,10	49,40	150,8	1107,9	1,5	2,5	3,6	1,6
MÉDIA	68,333	3113,3	38,917	118,38	54,933	138,15	1101,2	0,8167	1,3833	2,65	1,65
S	3,2042	95,445	10,444	21,384	18,021	21,161	36,83	0,4956	0,6494	1,5796	1,1397
CV (%)	4,689	3,0657	26,836	18,063	32,805	15,317	3,3446	60,692	46,942	59,606	69,075
RE (kg/h)	263,41										
80-01-01	58	3189	60,8	153,20	52,5	56,2	1175,4	0,6	1,1	1,1	0,3
80-01-02	58	3183,9	49	150,60	53	47,2	1167,6	1,5	1,4	0	1,7
80-01-03	57	3059,8	58,4	98,60	63,7	64,6	1133,7	2,8	2,2	1,2	0
80-01-04	59	3228,2	41,1	118,30	57,3	72,1	1153,8	0,3	0,9	1,3	0
80-01-05	57	3029,4	28,5	99,40	43,8	74,4	1091,1	1,2	1,8	1,2	1,8
80-01-06	59	3022,7	28,9	111,90	37,1	71,9	1076,9	1,1	1,8	0,5	0,8
MÉDIA	58	3118,8	44,45	122	51,233	64,4	1133,1	1,25	1,5333	0,8833	0,7667
S	0,8944	91,48	14,072	24,353	9,5074	10,758	40,819	0,8735	0,4885	0,5193	0,8165
CV (%)	1,5421	2,9331	31,657	19,961	18,557	16,705	3,6024	69,88	31,861	58,788	106,5
RE (kg/h)	310,34										
80-02-01	56	3138,9	32,7	77,20	46,2	149,5	1068,4	1,2	0,8	0,7	1,1
80-02-02	56	3042,1	38,1	70,70	69	96,3	1134	1,6	0,6	1,5	1,1
80-02-03	56	3121,4	37,7	78,60	57	99,2	1143,1	0	0,9	1	0,6
80-02-04	55	3008,4	46,1	86,10	70,9	98,2	1158,4	1,2	1,2	1,2	0,3
80-02-05	55	3144,5	59,2	80,30	62,9	101,9	1140,5	0	1,1	0,5	0
80-02-06	57	3357,8	42,5	108,20	62,3	84,8	1176,1	2,5	2,4	1,4	1,6
MÉDIA	55,833	3135,5	42,717	83,517	61,383	104,98	1136,8	1,0833	1,1667	1,05	0,7833
S	0,7528	122,14	9,2737	13,074	8,9607	22,599	36,745	0,9642	0,6408	0,3937	0,5913
CV (%)	1,3482	3,8954	21,71	15,654	14,598	21,526	3,2324	89,002	54,929	37,495	75,488
RE (kg/h)	322,39										

Cont...

80-03-01	55	3198,6	37,3	87,40	57,2	118,7	1105,6	0,9	0,5	1	0,7
80-03-02	56	3110	21,6	81,60	48,8	161	1076,9	1,1	1,2	1,5	1,1
80-03-03	55	3151,1	37,4	108,30	69,9	124	1116,1	1	0,6	0,2	1,7
80-03-04	59	3319,3	30,3	74,90	60,8	87,9	1117,1	0,8	0,3	1,6	0
80-03-05	59	3154,6	35,9	86,50	76,5	124	1101,9	1,4	1,3	1	2,1
80-03-06	51	3175,6	38,7	116,70	92,8	144,5	1102,4	0,8	1,3	1,6	2,5
MÉDIA	55,833	3184,9	33,533	92,567	67,667	126,68	1103,3	1	0,8667	1,15	1,35
S	2,9944	72,122	6,5467	16,284	15,668	24,809	14,555	0,228	0,4502	0,5431	0,929
CV (%)	5,3632	2,2645	19,523	17,592	23,154	19,583	1,3192	22,804	51,944	47,229	68,813
RE(kg/h)	322,39										
100-01-01	55	2869	32,7	110,50	49,1	66,9	1143,1	1,8	1	0,6	0
100-01-02	54	2935,4	51,3	119,80	84	62,2	1213,8	0	1,1	0,9	0
100-01-03	56	3129,6	43,7	83,40	44	78,3	1135,3	1,7	1,1	0,5	0,5
100-01-04	54	3188,6	58,9	90,20	49,2	67,1	1127,7	1,1	1,5	1,6	0
100-01-05	53	3170	46,4	87,90	56,9	86,4	1125,3	1,7	0,3	0,8	0
100-01-06	55	3112,5	51	80,80	65	48,7	1144,1	2,1	1,2	0,7	2,3
MÉDIA	54,5	3067,5	47,333	95,433	58,033	68,267	1148,2	1,4	1,0333	0,85	0,4667
S	1,0488	132,59	8,845	15,899	14,689	13,057	33,037	0,7589	0,3983	0,3937	0,9201
CV (%)	1,9244	4,3224	18,687	16,66	25,312	19,126	2,8773	54,21	38,548	46,318	197,17
RE (kg/h)	330,28										
100-02-01	52	3174	36,1	108,20	61,1	145,4	1106	0,6	1,2	0,2	0
100-02-02	50	3106,5	30,6	78,10	81,2	161,2	1065,8	0,8	1,9	3	0,9
100-02-03	54	3316,4	50,6	89,60	69,9	124,7	1161,1	2	1,1	0,4	1,8
100-02-04	54	3130,8	35,3	80,90	111,3	115,6	1148,4	1	0,8	2,3	0
100-02-05	41	3185,9	34,2	87,50	84,6	167,7	1125,8	0,3	0,5	1,4	0
100-02-06	40	3265,9	53,3	106,70	60,8	137,6	1132,1	0,1	0,8	0,5	1,2
MÉDIA	48,5	3196,6	40,017	91,833	78,15	142,03	1123,2	0,8	1,05	1,3	0,65
S	6,3797	80,284	9,4715	12,812	19,024	20,28	33,906	0,6723	0,4848	1,1454	0,7688
CV (%)	13,154	2,5116	23,669	13,951	24,343	14,278	3,0187	84,039	46,168	88,11	118,27
RE (kg/h)	371,13										
100-03-01	53	2948,5	27,4	73,70	71,3	159,6	1022,1	0,6	1,9	0,6	0

Cont...

100-03-02	52	3221,2	25,3	80,40	73,8	165,7	1109,9	0,3	0,4	0,6	3,1
100-03-03	46	3110,4	25,7	86,40	68,7	192,6	1089,8	0,9	1,6	1,8	0,7
100-03-04	49	3268,6	23,3	75,40	53,4	192,4	1130,1	0,6	1,4	2,1	2,2
100-03-05	50	3065,6	28,8	88,70	53	163,6	1077,5	0,4	0,7	1,6	0
100-03-06	48	3112,6	37,4	57,90	55,6	170,2	1069,5	0,3	2	2,3	1,3
MÉDIA	49,667	3121,2	27,983	77,083	62,633	174,02	1083,2	0,5167	1,3333	1,5	1,2167
S	2,582	113,87	4,9805	11,091	9,6347	14,72	37,174	0,2317	0,6501	0,7376	1,2449
CV (%)	5,1986	3,6483	17,798	14,388	15,383	8,4589	3,432	44,838	48,76	49,171	102,32
RE(kg/h)	362,42										

APÊNDICE D

TRABALHOS PUBLICADOS

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA
BAURU - SP - BRASIL (DEZEMBRO, 1997)
14th BRASILIAN CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
BAURU - SP - BRAZIL (DECEMBER, 1997)
PAPER CODE: COB962 - CD COBEM

CONCEPÇÃO, PROJETO E OTIMIZAÇÃO DE UMA MÁQUINA PARA BENEFICIAMENTO DE AMENDOIM / CONCEPTION, PROJECT AND A MACHINE TOOL BETTERMENT TO SHELL PEANUTS

MAX CÉSAR DE ARAÚJO, ODILON RENEY RIBEIRO FERREIRA DA SILVA &
NATANAEL VICTOR DE OLIVEIRA

*Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Ciências e Tecnologia - UFPB - Campina Grande CEP
58.109-970 Campina Grande, Brasil*

Abstract

This project has the goal of showing an alternative method of *peanuts shelling* to small and medium producers. This is one of the procedures that takes very much manual work in northeastern Brazil nowadays. For this reason it was developed a electrical mechanical device based on a manual device in order to shell peanuts. Satisfiable results were brought out considering shelling capacity, grain breakage and grain and shell separation when compared to manual device.

Keywords

Conception, Mechanical device betterment, Machine toll, Grain improvement, Peanut. / Concepção, Otimização, Máquina, Beneficiamento, Amendoim.

1. INTRODUÇÃO

Uma das preocupações da comunidade científica hoje, é produzir alimento em quantidade suficiente para acompanhar o aumento da população. Uma das alternativas apresentadas seria intensificar a produção em ecossistemas mais difíceis de produzir alimento por fatores edafoclimáticos. O Nordeste, inserido neste contexto, abriga 1/3 da população brasileira, 3,83% das famílias pobres vivem basicamente da agricultura de subsistência e sua renda familiar depende, em 76%, dessa atividade. Daí se verifica o maior percentual de desnutrição da população, causada pela carência de alimentos ricos em proteínas, vitaminas e lipídios. Para esta região, o cultivo de plantas oleaginosas e leguminosas assume papel importante, com destaque para a cultura do amendoim que apresenta alto valor energético e protéico capaz de suprir as carências da alimentação humana, bem como, produção de óleo, alimentação animal e matéria-prima para a indústria. Comparada com outras culturas, confere maior rentabilidade econômica, adapta-se bem às condições de solos leves e clima da região, entretanto, vários fatores têm contribuído para a sua lenta expansão, destacando-se, o baixo nível tecnológico utilizado pelo agricultor e a falta de tecnologias adequadas à sua capacidade de adoção. Para aumentar a área de produção e o nível de produtividade na região, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias apropriadas e capazes de aumentar a capacidade de trabalho do agricultor e reduzir os custos de produção (Araújo et al., 1992; Barros et al., 1994a). Entre as principais dificuldades técnicas no cultivo do amendoim ressaltam-se não

somente a escassez de semente melhorada, a não disponibilidade de equipamentos e máquinas agrícolas adaptadas às necessidades dos pequenos e médios produtores nas operações de colheita e pós-colheita, visando a redução do esforço físico despendido e tornando disponível tempo de trabalho para outras atividades na propriedade (Araújo et al., 1992; Barros et al., 1994b). O processo de descascamento das vagens é uma das operações mais caras, morosas e fatigantes, uma vez que nas pequenas propriedades rurais o descascamento ainda é realizado de forma manual, através da pressão dos dedos sobre as vagens, para sua quebra, sendo que um homem é capaz de descascar, em média, apenas 1kg de vagem/hora. Para simplificar esta operação nas regiões produtoras de amendoim dos continentes Asiáticos e Africanos, foram desenvolvidos equipamentos de acionamento manual e mecânico com base no mesmo princípio das trilhadeiras de cereais. (Hopfen, 1970; CENTRAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 1981; Carruthers, 1985 e Singh, 1993). Estas máquinas consistem de um cilindro ou um semi-cilindro dotado de pequenos dentes que, ao ser movimentado, atrita a vagem que se encontra contraposta a uma peneira chamada "côncavo", proporcionando sua quebra e, como consequência, a obtenção dos grãos. A máquina de acionamento mecânico possui um sistema de ventilação que promove a limpeza da casca/semente. No Brasil a Embrapa Algodão desenvolveu um protótipo de descascamento manual de amendoim que apresenta a desvantagem de não separar a casca das sementes. Com o objetivo de oferecer uma alternativa para o descascamento do amendoim de maneira mais eficiente, apresenta-se a proposta de um projeto de uma máquina por acionamento mecânico para realizar esta tarefa, fazendo-se um estudo comparativo do seu desempenho com a máquina de acionamento manual. Neste contexto, a área de projetos mecânicos e/ou mecânica dos sólidos tem um papel fundamental na concepção, análise e confecção destes tipos de projetos.

2. PARTES CONSTITUINTES DA MÁQUINA MANUAL

As principais partes constituintes da máquina por acionamento manual que podemos observar na figura 1 são: **Chassi** - Construído com cantoneiras de ferro tipo L, de 1 1/4" x 1/4", e chapa de ferro de 1/8". A chapa é utilizada para compor as partes laterais da máquina e as cantoneiras a sua sustentação. Na parte superior do chassi, em todo o seu contorno, foi colocado um anteparo de chapa de 1/8", formando um tipo de moega para recebimento das vagens a serem descascadas e, na parte inferior dos pés, foi colocada uma barra chata de 1" x 1/8", que une os pés da parte frontal e traseira da máquina, para maior estabilidade; **Semi-cilindro descascador** - Construído nas partes laterais com chapa de ferro de 1/8", que se unem através de barras chatas de 1/2" x 1/8". Em algumas barras foram colocadas fileiras equidistantes de grampos galvanizados de cerca, que atuam como elemento principal para a quebra da vagem do amendoim. No centro do diâmetro imaginário do semi-cilindro, confeccionou-se uma armação de barras de ferro de 3/4" x 1/8", onde foram colocados o eixo e a alavanca para acionamento da máquina, ambos de ferro redondo, sendo o eixo com diâmetro de 5/8" e a alavanca com 1". O eixo foi fixado ao chassi por meio de mancais com bucha e parafuso e, junto a estes, foi colocada uma mola cilíndrica de compressão, que permite a regulagem da altura do semi-cilindro em relação ao côncavo, de acordo com a quantidade de vagens em processo de descascamento; **Tela côncava** - Constituída com barra chata de ferro de 1/2" x 1/8" e vergalhão de 3/16" de diâmetro colocados em sentido transversal, um em relação ao outro, formando uma tela curva de malha de 14,8 x 11mm, por onde fluem a casca e os grãos. A tela tem a forma cilíndrica para acompanhar o movimento semi-rotacional do semi-cilindro e é fixada ao

galvanizados e tela côncava; Sistema de limpeza composto por um ventilador com comporta para regulagem de ar e tubulações do fluxo de ar, Conduto para transporte da casca, a qual uma vez descascado o amendoim, é lançada, através deste, para fora da máquina; Transportador da semente, através de um eixo sem fim, Sistema de transmissão composto por polias de diferentes tamanhos, correias trapezoidais e braço de acionamento do semi cilindro descascador.

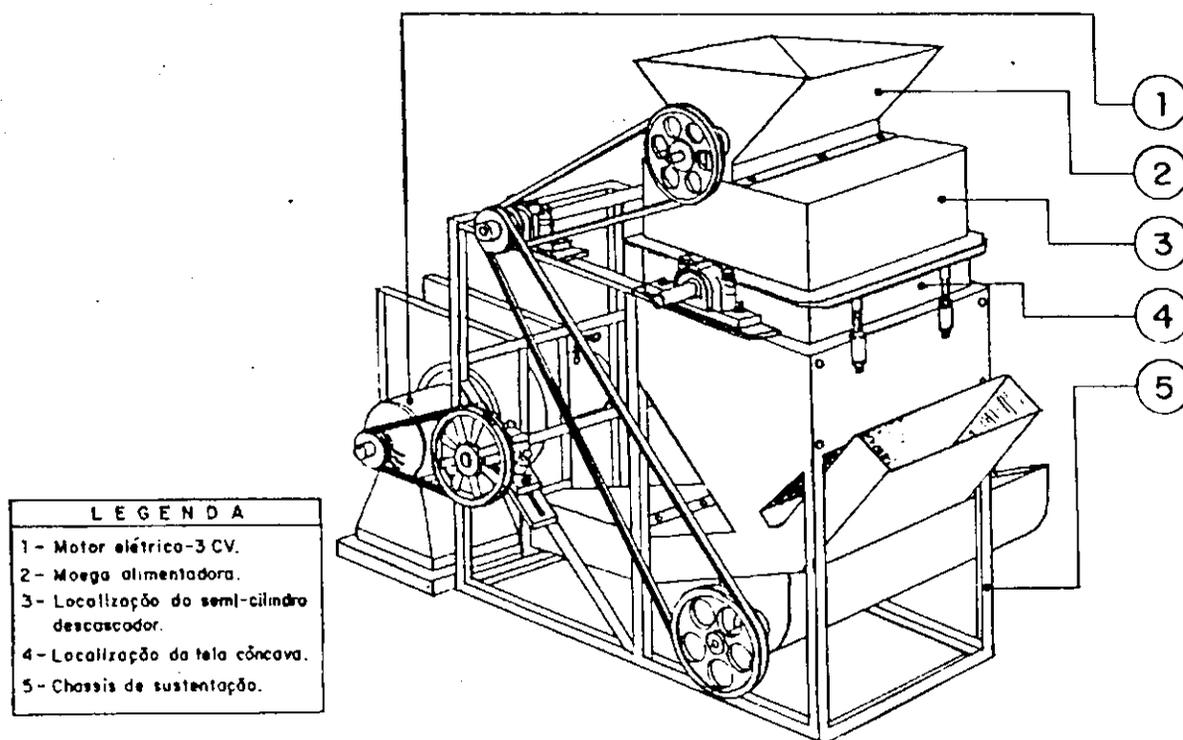


Figura 2: Vista em perspectiva da máquina mecânica descascadora de amendoim - Vista "A"

4.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA MECÂNICA

O abastecimento da máquina é feito colocando-se vagens de amendoim a ser beneficiado na moega. A seguir o motor é acionado para o movimento de todos os dispositivos da máquina. O descascamento é realizado através do movimento do semi cilindro que atrita a vagem sobre a tela côncava quebrando-a e obtendo-se a semente e a casca. A semente juntamente com a casca fluem pela abertura da tela e caem por gravidade passando pelo conduto de ar e este por sua vez, carrega para fora da máquina, o material mais leve, ou seja, a casca. A semente por ser mais pesada, passa pelo fluxo de ar e cai no depósito do sem fim transportador que a conduz para uma bica de descarga.

rendimento. Para efeito de comparação, apresenta-se na Tabela 1, alguns resultados preliminares da máquina por acionamento manual e mecânico.

TABELA 1: Resultados operacionais das máquinas manual e mecânica no descascamento de vagens de amendoim. Campina Grande, 1997

	MAQUINA MANUAL Amostra de 3kg	MAQUINA MECÂNICA Amostra de 5kg
Capacidade de descascamento	113,0 kg/h	160,0 kg/h
Semente inteira obtida	1715,0 g	2950,0 g
Percentual de semente inteira	57,0 %	59,0 %
Semente quebrada obtida	128,0 g	350,0 g
Percentual de semente quebrada	4,3 %	7,0 %
Vagem inteira obtida	166,0 g	0,0 g
Percentual de vagem inteira	5,5 %	0,0 %
Casca obtida	989,0 g	1450,0 g
Percentual de casca obtida	32,9 %	29,0 %
Frequência de movimento de acionamento/min	41,0	80,0

Por se tratar de um equipamento simples, a máquina por acionamento manual, não realiza a separação entre casca e semente. Observar-se pelos resultados obtidos que, a máquina por acionamento mecânico é potencialmente superior. Deve-se ressaltar que a porção de sementes quebradas podem ser aproveitadas para fins industriais e as vagens inteiras são aquelas de pequeno tamanho (com 1 a 2 sementes/vagem) que passam através das malhas da tela côncava e que apresentam pouco valor comercial. Em geral o descascamento manual é praticado apenas por pequenos produtores rurais, quando necessitam de semente para o plantio, devido à melhor qualidade da semente resultante neste processo. Normalmente, a comercialização da produção é feita na forma de amendoim em casca, pela dificuldade que se tem para descascar o produto manualmente; no entanto, se o fizessem em forma de grão ou semente, obteriam uma receita bem maior. Segundo dados obtidos por (Santos, 1996), na época de safra normal, que no Nordeste ocorre nos meses de maio a agosto, o preço do amendoim em casca situa-se em R\$0,70/kg, enquanto que comercializado em semente, este valor passa a ser entre R\$1,50 a R\$2,00 o que equivale a um incremento médio da ordem de 150%. Diante do exposto, observa-se que a adoção da máquina descascadora permitirá maior facilidade nessa operação, além de propiciar maior agregação de valor ao produto, aumentando a renda líquida do produtor.

7. CONCLUSÕES

O protótipo desenvolvido e avaliado apresentou resultados satisfatórios com uma capacidade de descascamento de 160 kg/hora promovendo a separação da casca e semente obtendo-se assim, um produto limpo sem danos a semente e vagens inteiras. Por outro lado, a máquina de acionamento manual não é capaz de realizar a separação entre a casca e a semente necessitando trabalhos adicionais para deixar o produto aceitável para a comercialização. O percentual de umidade nas vagens deverá estar entre 12 a 14 % para que a mesma possa funcionar satisfatoriamente. Por se tratar de resultados ainda preliminares, espera-se que, com alguns ajustes na máquina por acionamento mecânico, sua eficiência e rendimento sejam consideravelmente melhorados.

8. AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo apoio financeiro e a EMBRAPA/CNPA, Campina Grande PB, pela colaboração na elaboração do projeto, na pessoa do Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

9. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.M. de, SANTOS, R.C. dos; FARIAS, F.JC.; SOUZA, J.M. de. Diagnóstico da cultura do amendoim nos municípios de Mogeiro, Itabaiana e Pilar- PB. Ano I. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande; PB) *Relatório técnico anual - 190/91*, Campina Grande, 1992. pp. 430-434.
- BARROS, J.A. L.; SANTOS, R.C. dos; ARAÚJO, J.M. de. *Produção de amendoim no nordeste cresce 45%*. CNPA Informa, n.17, p 1994 a
- BARROS, J.A. L.; SANTOS, R.C. dos; ARAÚJO, J.M. de; SANTOS, J.W. dos, Oliveira, S.R. de M. Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim no Estado da Bahia. In: EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, (Campina Grande, PB): *Relatório técnico anual*. 1992-93. Campina Grande, 1994b. pp.387-390
- CARRUTHERS, I., *Tools for agriculture: a buyers to appropriate equipment*. London: Intermediate Technology, 1985. 264p.
- CENTRAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING. *Development and evaluation of processing equipment*. Nabi Bagh, India, 1981.63p.
- CONTRIBUIÇÃO para a melhoria da situação alimentar e nutricional do Brasil: dietas básicas regionais de custo mínimo. In *Simpósio Brasileiro de Alimentação e Nutrição*.1984, Niteroi, RJ. pp.71 - 84.
- HOPFEN, H.J. *Aperos de labranza para las regiones aridas y tropicales*. Roma, FAO, 1970. p. 83-109 (FAO. Cuadernos de Fomento Agropecuario 91).
- SANTOS, R.C. dos. *Viabilização tecnológica para o cultivo do amendoim no Nordeste*. Campina Grande. EMBRAPA - CNPA, 1996, 48pp.
- HUNT, D. *Maquinaria Agrícola: rendimiento económico, costos operaciones, potencia y selección de equipo*. México: Editorial Limusa, 1991, 451pp.
- MIALHE, L.G. *Manual de mecanização agrícola*. São Paulo: Ceres, 1974. 301pp.
- SANTOS, R.C. dos. *Viabilização tecnológica para o cultivo do amendoim no Nordeste*. Campina Grande. EMBRAPA - CNPA, 1996, 48pp.
- SINGH, G. *Development of unique groundnut decorticator. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, vol.24, n.1, pp.55-64, 1993.

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA MÁQUINA DESCASCADORA DE
AMENDOIM

**Max César de ARAÚJO¹, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da SILVA²,
Natanael Victor de OLIVEIRA³**

RESUMO: O trabalho tem como objetivo oferecer aos pequenos e médios produtores de amendoim uma alternativa mais eficiente e relativamente de baixo custo para a operação de descascamento, que é uma das práticas que mais consomem mão de obra, principalmente, na região Nordeste. Para isso partindo-se do princípio de funcionamento de uma máquina manual desenvolveu-se uma máquina para o beneficiamento de amendoim por acionamento mecânico. Os resultados obtidos mostraram que a máquina por acionamento mecânico teve uma eficiência potencialmente superior em relação a máquina manual no que diz respeito a capacidade de descascamento, percentual de quebras de sementes, percentual de sementes inteiras e da separação casca/semente.

PALAVRAS-CHAVE: Amendoim, Máquina, Beneficiamento.

ABSTRACT: This project has the goal of showing an alternative method of peanuts shelling to small and medium producers. This is one of the procedures that takes very much manual work in northeastern Brazil nowadays. For this reason it was developed a electrical mechanical device based on a manual device in order to shell peanuts. Satisfiable results were brought out considering shelling capacity, grain breakage and grain and shell separation when compared to manual device.

KEYWORDS: Peanut, Machine tool, Grain improvement.

INTRODUÇÃO: A cultura do amendoim apresenta alto valor energético e protéico capaz de suprir as carências da alimentação humana, bem como produção de óleo, alimentação animal e matéria-prima para a indústria. Para aumentar a área de produção e o nível de produtividade na região Nordeste, toma-se necessário o desenvolvimento de tecnologias apropriadas e capazes de aumentar a capacidade de trabalho do agricultor e reduzir os custos de produção. (Araújo *et al.*, 1992; Barros *et al.* 1994) Para simplificar a operação de descascamento foi desenvolvida, na Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, uma máquina de acionamento manual que tem por base o princípio de algumas trilhadoras de cereais (Hopfen, 1970; CENTRAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING; 1981; Carruthers, 1985 e Sing, 1993). Posteriormente, desenvolveu-se, no mesmo Centro, uma máquina descascadora por acionamento mecânico, utilizando-se o mesmo princípio, ou seja, um semi-cilindro dotado de pequenos dentes que, ao ser movimentado, atrita a vagem que se encontra contraposta a uma peneira chamada "côncavo", proporcionando sua quebra e, como consequência, a obtenção dos grãos. A máquina apresenta, ainda, um dispositivo de ventilação que, através do fluxo de ar, promove a separação de casca e

¹Estudante do curso de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica, CPGEM/UFPB CAMPUS II, Campina Grande - PB.

²Pesquisador da Embrapa - Algodão Campina Grande - PB.

³Professor do curso de Engenharia Mecânica, UFPB/CAMPUS II, Campina Grande - PB. E-mail: natanael@dem.ufpb.br

semente. O presente trabalho objetiva desenvolver e avaliar o desempenho de uma máquina por acionamento mecânico na operação do descascamento das vagens de amendoim partindo do princípio de funcionamento da máquina por acionamento manual.

MATERIAL E MÉTODOS: As máquinas foram avaliadas fixando-se uma distância ideal entre a tela côncava e o semi-cilindro no descascamento de vagens de amendoim da cultivar BR1. Esta distância ideal foi determinada com uma classificação de comprimento e espessura das vagens de amendoim a serem descascadas e são mostradas na Tabela 1. Para cada máquina utilizaram-se 10 amostras de vagem, pesando 3 e 5kg para a máquina manual e mecânica, respectivamente. As variáveis analisadas foram as seguintes: (1) Eficiência de descascamento, determinada pelos quantitativos de peso e em percentagem obtidos de semente inteira, semente quebrada, vagem inteira e cascas.; (2) Freqüência do movimento da alavanca de acionamento, determinada considerando-se um ciclo do movimento de vai-e-vem da alavanca em relação à sua posição original; (3) Capacidade operacional, determinada pela relação quantidade de vagens descascadas/tempo de produção, considerando-se, como unidade experimental, um saco de 20kg de vagem; o tempo de produção foi determinado entre o início e o final de cada saco de vagem descascada, ou seja, considerou-se o tempo efetivo de trabalho (Mialhe, 1974).

TABELA 1: Classe de comprimento e diâmetro de 1000 vagens de amendoim da cultivar BR1.

DIÂMETRO				COMPRIMENTO			
Classe (mm)	nº de vagens	Peso (g)	Freqüência (%)	Classe (mm)	nº de vagens	Peso (g)	Freqüência (%)
<10mm	2	1,1	0,2	<20	28	17,3	2,8
10<11	30	25,0	3,0	20<30	361	370,2	36,1
11<12	320	399,5	32	30<40	503	670,9	50,3
12<13	514	675,1	51,4	40<50	107	244,4	10,7
13<14	126	191,6	12,6	>50	01	2,2	0,1
>14	8	12,7	0,8	-	-	-	-

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados, ainda que preliminares, são satisfatórios quando se considera a máquina de acionamento mecânico (Figura 2) com a manual (Figura 1), em relação à eficiência de descascamento, capacidade de operação, percentual de sementes danificadas, sementes inteiras, casca e casca inteira obtida, entretanto, necessita de alguns ajustes para melhor rendimento. Para efeito de comparação apresentam-se, na Tabela 2, alguns resultados preliminares da máquina manual e da mecânica, onde se observa que a mecânica apresentou algumas características superiores à manual, como capacidade de descascamento, percentagem de semente inteira e vagem inteira.

TABELA 2: Resultados operacionais das máquinas manual e mecânica no descascamento de vagens de amendoim. Campina Grande, 1997

	MAQUINA MANUAL Amostra de 3kg	MAQUINA MECÂNICA Amostra de 5kg
Capacidade de descascamento	113,0 kg/h	320,0 kg/h
Semente inteira obtida	1715,0 g	3184,9 g
Percentual de semente inteira	57,0 %	63,7 %
Semente quebrada obtida	128,0 g	33,5 g
Percentual de semente quebrada	4,3 %	0,7 %
Vagem inteira obtida	166,0 g	126,7 g
Percentual de vagem inteira	5,5 %	2,5 %
Casca obtida	989,0 g	1630,0 g
Percentual de casca obtida	32,9 %	32,6 %
Freqüência de movimento de acionamento/min	41,0	80,0

CONCLUSÕES: A máquina por acionamento mecânico apresentou resultados satisfatórios com capacidade de descascamento de 320 kg/hora, promovendo a separação da casca e da semente obtendo-se, assim, um produto relativamente limpo, sem danos à semente e com uma quantidade de vagens inteiras baixo. Por outro lado, a máquina de acionamento manual não é capaz de realizar a separação entre a casca e a semente necessitando de trabalhos adicionais para deixar o produto em condições para a comercialização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ARAÚJO, J. M. de, SANTOS, R. C. dos; FARIAS, F. J. C.; SOUZA, J. M. de., Diagnóstico da cultura do amendoim nos municípios de Mogeiro, Itabaiana e Pilar- PB. Ano I. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande; PB) *Relatório técnico anual - 190/91*, Campina Grande, 1992. p.430-434.

BARROS, J. A. L.; SANTOS, R. C. dos; ARAÚJO, J. M. de., *Produção de amendoim no nordeste cresce 45%*. CNPA Informa, n.17, 1994.

CARRUTHERS, I., *Tools for agriculture: a buyers to appropriate equipment*. London: Intermediate Technology, 1985. 264p.

CENTRAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING. *Development and evaluation of processing equipment*. Nabi Bagh, India, 1981.63p.

HOPFEN, H.J., *Aperos de labranza para las regiones aridas y tropicales*. Roma, FAO, 1970. p. 83-109 (FAO. Cuadernos de Fomento Agropecuario 91).

MIALHE, L.G., *Manual de mecanização agrícola*. São Paulo: Ceres, 1974. 301p.

SINGH, G., *Development of unique groundnut decorticator. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, vol.24, n.1, p.55-64, 1993.

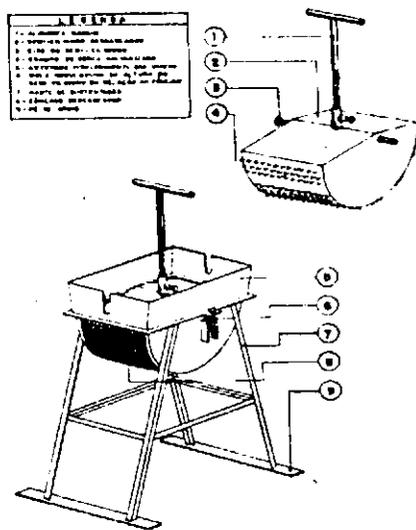


Figura 1. Vista da máquina descascadora de amendoim por acionamento manual.

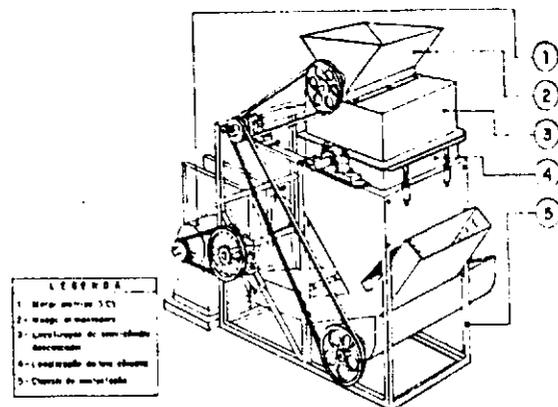


Figura 2. Vista da máquina descascadora de amendoim por acionamento mecânico

AVALIAÇÃO DE UMA MÁQUINA PARA BENEFICIAMENTO DE AMENDOIM

MAX CÉSAR DE ARAÚJO, NATANAEL VICTOR DE OLIVEIRA & ODILON RENY. R. F. DA SILVA

Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Ciências e Tecnologia, UFPB

CEP58109-970 Campina Grande, PB, - e-mail: natanael@dem.ufpb.br

joao@dem.ufpb.br

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Campina Grande, PB.

Resumo

O trabalho tem como objetivo oferecer aos pequenos e médios produtores de amendoim uma alternativa mais eficiente e relativamente de baixo custo para a operação de descascamento, que é uma das práticas que mais consomem mão de obra, principalmente, na região Nordeste. Partindo-se do princípio de funcionamento de uma máquina manual, desenvolveu-se uma máquina para o beneficiamento de amendoim por acionamento mecânico. Os resultados obtidos mostraram que a máquina avaliada otimizada teve uma eficiência potencialmente superior em relação a máquina manual no que diz concerne a capacidade de descascamento, percentual de quebras de sementes, percentual de sementes inteiras e da separação casca semente.

Palavras-chave

Avaliação, Máquina de Beneficiamento, Amendoim, Descascamento.

1. INTRODUÇÃO

Uma das preocupações da comunidade científica hoje, é produzir alimento em quantidade suficiente para acompanhar o aumento da população. Uma das alternativas apresentadas seria intensificar a produção em ecossistemas mais difíceis de produzir alimento por fatores edafoclimáticos. O Nordeste, inserido neste contexto, abriga 1/3 da população brasileira, 3,83% das famílias pobres vivem basicamente da agricultura de subsistência e sua renda familiar depende, em 76%, dessa atividade. Daí se verifica o maior percentual de desnutrição da população, causada pela carência de alimentos ricos em proteínas, vitaminas e lipídios. Para esta região, o cultivo de plantas oleaginosas e leguminosas assume papel importante, com destaque para a cultura do amendoim que apresenta alto valor energético e protéico capaz de suprir as carências da alimentação humana, bem como, produção de óleo, alimentação animal e matéria-prima para a indústria. Comparada com outras culturas, confere maior rentabilidade econômica, adapta-se bem às condições de solos leves e clima da região, entretanto, vários fatores têm contribuído para a sua lenta expansão, destacando-se, o baixo nível tecnológico utilizado pelo agricultor e a falta de tecnologias adequadas à sua capacidade de adoção. Para aumentar a área de produção e o nível de produtividade na região, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias apropriadas e capazes de aumentar a capacidade de trabalho do agricultor e reduzir os custos de produção (Araújo et al., 1992; Barros et al., 1994a). Entre as principais dificuldades técnicas no cultivo do amendoim ressaltam-se não somente a escassez de semente melhorada, a não disponibilidade de equipamentos e

máquinas agrícolas adaptadas às necessidades dos pequenos e médios produtores nas operações de colheita e pós-colheita, visando a redução do esforço físico despendido e tornando disponível tempo de trabalho para outras atividades na propriedade (Araújo et al., 1992; Barros et al., 1994b). O processo de descascamento das vagens é uma das operações mais caras, morosas e fatigantes, uma vez que nas pequenas propriedades rurais o descascamento ainda é realizado de forma manual, através da pressão dos dedos sobre as vagens, para sua quebra, sendo que um homem é capaz de descascar, em média, apenas 1kg de vagem/hora. Para simplificar esta operação nas regiões produtoras de amendoim dos continentes Asiáticos e Africanos, foram desenvolvidos equipamentos de acionamento manual e mecânico com base no mesmo princípio das trilhadeiras de cereais. (Hopfen, 1970; Central Institute Of Agricultural Engeneering, 1981; Carruthers, 1985 e Singh, 1993). Estas máquinas consistem de um cilindro ou um semi-cilindro dotado de pequenos dentes que, ao ser movimentado, atrita a vagem que se encontra contraposta a uma peneira chamada “côncavo”, proporcionando sua quebra e, como consequência, a obtenção dos grãos. A máquina de acionamento mecânico possui um sistema de ventilação que promove a limpeza da casca/semente. No Brasil a Embrapa desenvolveu um protótipo de descascamento manual de amendoim que apresenta a desvantagem de não separar a casca das sementes. Com o objetivo de oferecer uma alternativa para o descascamento do amendoim de maneira mais eficiente, apresenta-se a proposta de um projeto otimizado de uma máquina por acionamento mecânico para realizar esta tarefa, fazendo-se um estudo comparativo do seu desempenho com a máquina de acionamento manual.

2. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA MANUAL

A descascadora de amendoim é operada, preferencialmente, por duas pessoas, ou seja, uma acionando a alavanca e a outra colocando o material a ser descascado na moega ou, então, através de um único operador, que terá que executar as duas tarefas. A operação de descascamento começa com o abastecimento da moega com as vagens de amendoim em quantidades uniformes e contínuas, momento em que se efetua o movimento alternado da alavanca manual. Este movimento imprime uma fricção da vagem sobre o côncavo, provocando a quebra da mesma, obtendo, assim, os grãos e fragmentos de cascas que fluem através das malhas da tela côncava, caindo sobre uma lona de pano ou de plástico. Por se tratar de um equipamento simples, o mesmo não dispõe de um dispositivo de separação da casca dos grãos, necessitando, assim, que esta operação seja feita de forma manual, com o auxílio de uma peneira e do vento para a abanação.



Figura 1: Vista lateral da máquina descascadora de amendoim

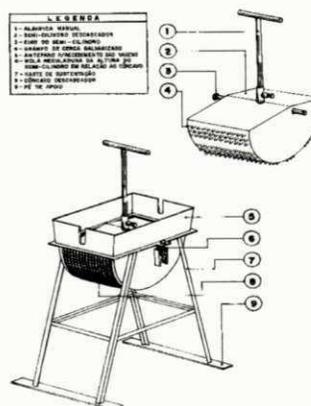


Figura 2: Configuração esquemática da máquina manual

Apresenta-se na figura 1, a fotografia da vista lateral da máquina manual, e na figura 2 a sua configuração esquemática, onde pode-se observar com riqueza de detalhes, o processo de descascamento pelo operador. Maiores detalhes com relação a concepção inicial e projeto da máquina pode ser encontrado em Araújo et al. (1997).

3. MÁQUINA OTIMIZADA POR ACIONAMENTO MECÂNICO

3.1 Componentes da Máquina Motorizada

Os componentes da máquina motorizada, figuras 3 e 4 são: Chassi, feito de cantoneira e chapas, com a finalidade de sustentar os demais componentes; Motor elétrico 3 cv, que aciona a máquina; Sistema de descascamento, composto por uma moega alimentadora, um cilindro alimentador e semi-cilindro descascador dotado de grampos galvanizados e tela cônica; Sistema de limpeza composto por um ventilador com comporta para regulagem de ar e tubulações do fluxo de ar, Conduto para transporte da casca, a qual uma vez descascado o amendoim, é lançada, através deste, para fora da máquina; Transportador da semente, através de um eixo sem fim, Sistema de transmissão composto por polias de diferentes tamanhos, correias trapezoidais e braço de acionamento do semi cilindro descascador.



Figura 3: Vista da máquina mecânica descasca-
descasca-
amendoim Vista "B"

Figura 4: Vista da máquina mecânica
dora de
dora de

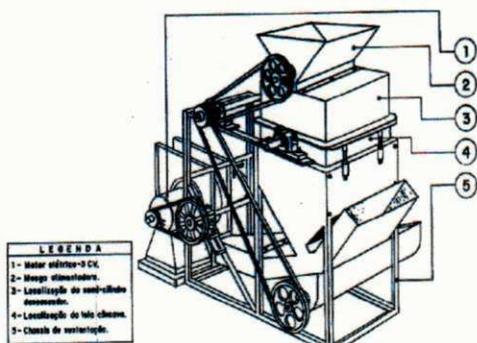


Figura 5: Configuração esquemática da máquina por acionamento mecânico.

Nas figuras 3 e 4 apresenta-se as fotografias, vistas A e B, onde pode-se observar a máquina descascadora de amendoim em funcionamento na sede da estação experimental da EMBRAPA na cidade de Campina Grande, estado da Paraíba. Na figura 5, apresenta-se a configuração esquemática em detalhe desta máquina. Com efeito, pode-se observar o processamento de alguns dos testes para se poder monitorar e avaliar a sua eficiência. Na fase de testes do protótipo, alguns observadores que trabalham com o plantio de amendoim em municípios do estado da paraíba, terceram elogios e sugestões, mostrando-se interessados dentro de um sistema de cooperativas, em adquirir máquinas quando da sua confecção em escala industrial. Dentro deste contexto, é possível, e de interesse da EMBRAPA, repassar e divulgar para a comunidade dos municípios que trabalham com a cultura do amendoim este projeto. Como veremos pelos resultados obtidos e apresentados nas tabelas que se seguem, a máquina apresentou excelentes resultados.

3.2 Descrição do Funcionamento da Máquina Mecânica

O abastecimento da máquina é feito colocando-se vagens de amendoim a ser beneficiado na moega. A seguir o motor é acionado para o movimento de todos os dispositivos da máquina. O descascamento é realizado através do movimento do semi cilindro que atrita a vagem sobre a tela côncava quebrando-a e obtendo-se a semente e a casca. A semente juntamente com a casca fluem pela abertura da tela e caem por gravidade passando pelo conduto de ar e este por sua vez, carrega para fora da máquina, o material mais leve, ou seja, a casca. A semente por ser mais pesada, passa pelo fluxo de ar e cai numa bica de descarga.

4. AVALIAÇÃO DA MÁQUINA DE ACIONAMENTO MANUAL E MECÂNICO

As máquinas foram avaliadas fixando-se uma distância ideal entre o côncavo e o semi-cilindro no descascamento de vagens de amendoim da cultivar BR1. Esta distância ideal foi determinada com uma classificação de comprimento e espessura das vagens de amendoim a serem descascadas e são mostrados na Tabela 1. Para cada máquina utilizou-se 10 amostras de vagens, pesando 3 e 5Kg para a máquina manual e mecânica respectivamente. As principais variáveis analisadas foram as seguintes: (1) Eficiência de descascamento - calculada pelos quantitativos de peso e em percentagem obtidos de semente inteira, semente quebrada, vagem inteira e cascas. A avaliação de danos nas sementes e das vagens inteiras foi feita de forma visual (Mialhe, 1974; Hunt, 1991); (2) Frequência do movimento da alavanca de acionamento - foi determinado considerando-se um ciclo do movimento de vai-e-vem da alavanca em relação à sua posição original; (3) Capacidade operacional - determinada pela relação quantidade de vagens descascadas/tempo de produção, considerando-se como unidade experimental um saco de 20kg de vagens e o tempo de produção foi determinado entre o início e o final de cada saco de vagem descascada, ou seja, considerou-se o tempo efetivo de trabalho (Mialhe, 1974).

Tabela 1: Classe de comprimento e diâmetro de 1000 vagens de amendoim da cultivar BR1.

DIÂMETRO				COMPRIMENTO			
Classe (mm)	nº de vagens	Peso (g)	Frequência (%)	Classe (mm)	nº de vagens	Peso (g)	Frequência (%)
<10	2	1,1	0,2	<20	28	17,3	2,8
10<11	30	25,0	3,0	20<30	361	370,2	36,1
11<12	320	399,5	32	30<40	503	670,9	50,3
12<13	514	675,1	51,4	40<50	107	244,4	10,7
13<14	126	191,6	12,6	>50	01	2,2	0,1
>14	8	12,7	0,8	-	-	-	-

5. RESULTADOS ALCANÇADOS COM A MÁQUINA MANUAL E MECÂNICA

Os resultados, obtidos são satisfatórios quando se considera a máquina de acionamento mecânico com a manual, em relação a eficiência de descascamento, capacidade de

operação, percentual de sementes danificadas, sementes inteiras, casca e casca inteira obtida, entretanto necessita de alguns ajustes para um melhor rendimento. Para efeito de comparação, apresenta-se na Tabela 2, alguns resultados comparativos no refinamento e ajuste da máquina por acionamento manual e mecânico, que com efeito, pode ser comparado com os resultados obtidos em Araújo et al., (1997).

Tabela 2: Resultados operacionais das máquinas manual e mecânica no descascamento de vagens de amendoim. Campina Grande-PB, março de 1998.

	MAQUINA MANUAL Amostra de 3kg	MAQUINA MECÂNICA Amostra de 5kg
Capacidade de descascamento	113,0 kg/h	320,0 kg/h
Semente inteira obtida	1715,0 g	3184,9 g
Percentual de semente inteira	57,0 %	63,7 %
Semente quebrada obtida	128,0 g	33,5 g
Percentual de semente quebrada	4,3 %	0,7 %
Vagem inteira obtida	166,0 g	126,7 g
Percentual de vagem inteira	5,5 %	2,5 %
Casca obtida	989,0 g	1630,0 g
Percentual de casca obtida	32,9 %	32,6 %
Frequência de movimento de acionamento/min	41,0	80,0

Por se tratar de um equipamento simples, a máquina por acionamento manual, não realiza a separação entre casca e semente. Observa-se pelos resultados obtidos que, a máquina por acionamento mecânico é potencialmente superior. Deve-se ressaltar que a porção de sementes quebradas podem ser aproveitadas para fins industriais e as vagens inteiras são aquelas de pequeno tamanho (com 1 a 2 sementes/vagem) que passam através das malhas da tela côncava e que apresentam pouco valor comercial. Em geral o descascamento manual é praticado apenas por pequenos produtores rurais, quando necessitam de semente para o plantio, devido à melhor qualidade da semente resultante neste processo. Normalmente, a comercialização da produção é feita na forma de amendoim em casca, pela dificuldade que se tem para descascar o produto manualmente; no entanto, se o fizessem em forma de grão ou semente, obteriam uma receita bem maior. Segundo dados obtidos por (Santos, 1996), na época de safra normal, que no Nordeste ocorre nos meses de maio a agosto, o preço do amendoim em casca situa-se em R\$0,70/kg, enquanto que comercializado em semente, este valor passa a ser entre R\$1,50 a R\$2,00 o que equivale a um incremento médio da ordem de 150%. Diante do exposto, observa-se que a adoção da máquina descascadora permitirá maior facilidade nessa operação, além de propiciar maior agregação de valor ao produto, aumentando a renda líquida do produtor.

6. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O protótipo avaliado apresentou resultados satisfatórios com uma capacidade de descascamento de 320 kg/hora promovendo a separação da casca e semente obtendo-se assim, um produto limpo e basicamente sem danos a semente. Ao contrário, a máquina de acionamento manual não é capaz de realizar a separação entre a casca e a semente de forma adequada, necessitando portanto de esforços adicionais no processamento para deixar o produto aceitável para a comercialização. Nestas circunstâncias, para que haja um descascamento adequado para a obtenção da semente, faz-se necessário que o percentual

de umidade das vagens do amendoim encontra-se num intervalo de variação entre 12 a 14 %. Caso este percentual de umidade esteja muito fora desta faixa de variação, em geral poderá haver um travamento do sistema de descascamento. Uma alternativa para melhorar o sistema de produção e beneficiamento do amendoim para grandes quantidades e num processo contínuo, seria então, automatizar a máquina em sincronismo com o motor de acionamento e o sistema de alimentação da vagem, por exemplo.

7. REFERÊNCIAS

Araújo, J.M.; Santos, R.C.; Farias, F.Jc. & Souza, J.M., Diagnóstico da cultura do amendoim nos municípios de Mogeiro, Itabaiana e Pilar- PB. Ano I. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB) *Relatório técnico anual - 190/91*, Campina Grande, 1992. pp. 430-434.

Araújo, M.C. , Silva, O.R.R.F. & Oliveira, N.V., *Conception, project and a machine tool betterment to shell peanuts. In: 14 th Brazilian Congress of Mechanical Engineering*. 1997, Bauru, SP. CD-ROM.

Barros, J.A.L.; Santos, R.C. & Araújo, J.M., *Produção de amendoim no nordeste cresce 45%*. CNPA Informa, n.17, p 1994 a

Barros, J.A. L.; Santos, R.C.; Araújo, J.M.; Santos, J.W. & Oliveira, S.R. de M., Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim no Estado da Bahia. In: EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, (Campina Grande, PB): *Relatório técnico anual*. 1992-93. Campina Grande, 1994b. pp.387-390

Carruthers, I., *Tools for agriculture: a buyers to appropriate equipment*. London: Intermediate Technology, 1985. 264p.

Central Institute Of Agricultural Engineering. *Development and evaluation of processing equipment*. Nabi Bagh, India, 1981 63pp.

Contribuição para a melhoria da situação alimentar e nutricional do Brasil: dietas básicas regionais de custo mínimo. In *Simpósio Brasileiro de Alimentação e Nutrição*. 1984, Niteroi, RJ. pp.71 - 84.

Hopfen, H.J., *Aperos de labranza para las regiones aridas y tropicales*. Roma, FAO, 1970. pp. 83-109 (FAO. Cuadernos de Fomento Agropecuario 91).

Hunt, D., *Maquinaria Agrícola: rendimento económico, costos operaciones, potencia y selección de equipo*. México: Editorial Limusa, 1991, 451pp.

Mialhe, L.G., *Manual de mecanização agrícola*. São Paulo: Ceres, 1974. 301pp.

Santos, R.C., *Viabilização tecnológica para o cultivo do amendoim no Nordeste*. Campina Grande. EMBRAPA - CNPA. 1996, 48pp.

Singh, G., *Development of unique groundnut decorticator. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. vol.24, n 1. pp.55-64, 1993.

APÊNDICE E

**FIGURAS DAS AMOSTRAS PROCESSADAS PELA MÁQUINA
BENEFICIADORA DE AMENDOIM**



FIGURA 1. Amostra de amendoim BR1 em vagem. Campina Grande, 1998.



FIGURA 2. Máquina processando amendoim BR1. Campina Grande, 1998.



FIGURA 3. Amostra de amendoim BR1 após o descascamento. Campina Grande, 1998.



FIGURA 4. Amostras de casca obtida após o processamento. Campina Grande, 1998.



FIGURA 5. Amostra de semente BR1 livre de cascas e impurezas. Campina Grande, 1998.



FIGURA 6. Amostra de amendoim BR1, processada e separada. Campina Grande, 1998.