



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Tese de Doutorado

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM
DESCAROÇADOR MÓVEL E PRENSA ENFARDADEIRA
PARA O BENEFICIAMENTO DO ALGODÃO

IFANE FERREIRA JERÔNIMO

Biblioteca UFCG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg. 10551/12

Campina Grande
Paraíba



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**TESE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO E
ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM DESCAROÇADOR
MÓVEL E PRENSA ENFARDADEIRA PARA O BENEFICIAMENTO
DO ALGODÃO**

JEANE FERREIRA JERÔNIMO

Campina Grande – Paraíba

Fevereiro 2012

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM DESCAROÇADOR
MÓVEL E PRENSA ENFARDADEIRA PARA O BENEFICIAMENTO
DO ALGODÃO

JEANE FERREIRA JERÔNIMO

Tese submetida ao Curso de Engenharia Agrícola da
Universidade Federal de Campina Grande UFCG,
em cumprimento às exigências para obtenção do
Título de Doutor

Área de concentração: Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

Orientadores: Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida

Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

Campina Grande – Paraíba

Fevereiro 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

J56d

Jerônimo, Jeane Ferreira.

Desenvolvimento e avaliação de um descaroçador móvel e prensa enfardadeira para o beneficiamento do algodão / Jeane Ferreira Jerônimo. – Campina Grande, 2012.

101 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadores: Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida e Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

Referências.

1. Desenvolvimento de Descaroçador de Algodão . 2. Enfardadeira.
3. Reboque. 4. Qualidade de Fibras e Sementes. I. Título.

CDU 633-1/-2 (043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE DE DOUTORADO

JEANE FERREIRA JERÔNIMO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM DESCAROÇADOR MÓVEL E
PRENSA ENFARDADEIRA PARA O BENEFICIAMENTO DO ALGODÃO

BANCA EXAMINADORA

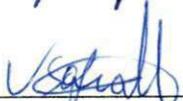
PARECER


Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida - Orientador

Aprovado


Dr. Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva - Orientador

APROVADO


Dr. Valdinei Sofiatti - Examinador

APROVADO


Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira - Examinador

Aprovado


Dra. Josivanda Palmeira Gomes - Examinador

APROVADO


Dr. João Felinto dos Santos - Examinador

APROVADO

Fevereiro 2012



A meus pais, Josias e Maria de Fátima, que são os bens mais preciosos que tenho.

A minha tia querida Maildes, pelas orações e carinho.

A meus irmãos, que sempre me apoiaram.

A minha avó (in memoriam), com saudades.

Dedico com amor e carinho.

*Os sonhos de Deus jamais envelhecem.
Os sonhos não morrem, sempre permanecem
Às vezes num lugar que a gente não conhece
Se a fé real o sonho acontece!*

Mensagem

AGRADECIMENTO

A *Deus*, o nosso Senhor Jesus Cristo, pela força e sabedoria, que até aqui me ajudou a enfrentar os desafios.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida e Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva pela dedicação, amizade, apoio e orientação na construção deste trabalho, meus sinceros reconhecimentos.

Ao Pesquisador Dr. Valdinei Sofiatti, Dra. Josivanda Palmeira Gomes, Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira e Dr. João Felinto dos Santos pela amizade, ensinamentos e contribuição na banca deste trabalho na forma de examinador.

Ao Prof. Dr. João Agnaldo do Nascimento e Dr. José Welington dos Santos que sou eternamente grata, pelos ensinamentos na Estatística.

Aos pesquisadores: Paulo Barroso, Napoleão Beltrão, Ziany Brandão, José Marcelo Dias, Lúcia Helena Avelino, Vicente de Paula Queiroga, Luiz Paulo de Carvalho e José da Cunha de Medeiros a quem me depositaram uma grande amizade, apoio e incentivo nas horas difíceis.

À EMBRAPA Algodão (CNPQ), pelos ensinamentos científicos, apoio, confiança e seriedade.

À (CAPES) pela oportunidade de concessão da bolsa de estudo.

À Secretaria do DEAg/UFCG, na pessoa de Gilson e Aparecida, pela amizade e constantes colaborações.

À Metalúrgica Barros pela amizade, apoio e construção do equipamento.

Ao técnico Mário Brito pelo auxílio nas avaliações dos testes das sementes em laboratório.

Aos estagiários Pablo Radamés e Luiz Claudio na ajuda e contribuição deste trabalho.

Aos meus amigos da Embrapa Algodão: Socorro Alves, Ivanilda, Conceição, Carla, Ayice, Sergio Cobel, Ramiro, Carlos Aguiar, Isaías, Gleibson, Geraldo, Alexandre, Márcia, Daniel, Joana, Silvia, Rosiane pela sincera amizade.

A turma, Pablicia, Niedja, Elvira, Katcilânia, Livia, Isanna e Anny pela amizade.

As minhas amigas Ana Almeida e Magna Leni, pela força, incentivo e carinho, minha gratidão.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra, contribuíram para realização de mais uma etapa da minha vida.

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Páginas
2.1	Esquema geral do processo de beneficiamento do algodão no Nordeste	9
2.2	Descaroçador de 80 serras	10
2.3	Descaroçador de 50 serras	11
2.4	Prensa enfardadeira	12
2.5	Esquema de funcionamento descaroçador de 50 serras	13
2.6	Descaroçador de 20 serras	14
2.7	Descaroçador de rolo	14
3.1	Vista lateral do alimentador manual com limpador	26
3.2	Vista lateral do chassi de sustentação e suporte de sustentação das costelas do descaroçador (a) descaroçador completo (b): cilindro de serras (1); cilindro de escovas (2); condensador (3); rolo de condução da manta de algodão (4); e pente (5)	27
3.3	Vista frontal da prensa enfardadeira	28
3.4	Representação esquemática do circuito hidráulico	29
3.5	Vista inferior do reboque	30
3.6	Diagrama de corpo livre do eixo com dimensões (mm)	31
3.7	Diagrama do perfil U	34
3.8	Diagrama de corpo livre do chassi. (Dimensões em milímetros)	35
3.9	Representação esquemática do conjunto do equipamento desenvolvido	37
3.10	Esquema do processo de funcionamento do conjunto da máquina	37
3.11	Inversor de frequência para alteração da rotação do motor	38
3.12	Danos leves na semente de algodão	41
4.1	Foto do limpador e descaroçador de 25 serras	51
4.2	Foto da prensa enfardadeira	51
4.3	Esquema básico do reboque transportador do descaroçador e prensa enfardadeira	52
4.4	Foto do limpador de alimentação manual	56



4.5	Foto lateral (A) e frontal (B) chassi de sustentação do descaroador	56
4.6	Foto lateral (A) e frontal (B) do suporte de sustentação das costelas da máquina descaroadora	57
4.7	Foto do cilindro de serras (a); conjunto de costelas (b)	57
4.8	Foto do conjunto: serra, costela e separador	58
4.9	Foto dispositivo de regulagem (pente)	58
4.10	Foto e vista frontal e lateral do eixo do cilindro de escovas	59
4.11	Foto e vista frontal do cilindro de tela e rolo	59
4.12	Fotos dos principais componentes do descaroador de 25 serras sequenciando o seu funcionamento	60
4.13	Vista superior (a) da primeira versão da prensa enfardadeira; lateral (b) da versão final e os principais componentes da prensa enfardadeira (c)	61
4.14	Fotos sequenciando a formação do fardo de algodão pela prensa enfardadeira	62
4.15	Foto da configuração final do conjunto descaroador, prensa enfardadeira e reboque	63



LISTA DE TABELAS

Tabelas		Páginas
3.1	Classificação do micronaire (MIC)	43
3.2	Classificação do comprimento da fibra do algodão (CPM)	43
3.3	Classificação do índice de fibras curtas (IFC)	43
3.4	Classificação do índice de uniformidade (IU)	44
3.5	Classificação de resistência (RST)	44
3.6	Classificação do alongamento (ALG)	45
3.7	Classificação do índice de maturidade (MAT)	45
3.8	Classificação do índice de fiabilidade (IF)	45
3.9	Classificação do número de Neps (NN)	46
4.1	Valores médios das características tecnológicas da fibra de algodão, para as interações cultivares e processos de limpeza com tipos de serra	65
4.2	Valores médios da porcentagem de fibra dos algodões, para as interações: cultivares com tipos de serras; processos de limpeza com tipos de serras e rotações com processos de limpeza.	68
4.3	Valores médios da germinação (%) para as interações cultivares com tipos de serras e processos de limpeza com tipos de serras; comprimento de plântulas (%) para as interações rotações com processos de limpeza e processos de limpeza com tipos de serras; pureza física (%) para a interação cultivares com processos de limpeza	70
4.4	Valores médios das variáveis danos mecânicos, umidade e conteúdo de línter das sementes de algodão em função dos fatores cultivares e rotações	72
4.5	Valores médios das características tecnológicas de fibra de algodão em função da interação descaroçadores com cultivares	73
4.6	Valores médios das características tecnológicas de fibra do algodão em função dos fatores descaroçadores e cultivares.	75

4.7	Valores médios das variáveis, comprimento de plântulas; percentagem de línter e pureza física nas sementes de algodão para a interação descaroçadores com cultivares	76
4.8	Valores médios das variáveis, germinação; primeira contagem e danos mecânicos nas sementes de algodão em função dos fatores descaroçadores e cultivares	77
4.9	Percepção do usuário sobre os itens avaliados	78
4.10	Escalas com níveis de 1 a 4 utilizadas para avaliar os 15 itens	79
7.1	Resumo da análise de variância das características tecnológicas da fibra comprimento - CPM (mm), uniformidade - UNF (%), índice de fibras curtas - IF (%), resistência - RST (gf/tex), alongamento - ALG (%), índice micronaire – MIC ($\mu\text{g} / \text{pol}^2$), maturidade - MAT (%), índice de fiabilidade - IF e percentagem de fibra - PF (%) em algodões beneficiado no descaroçador de 25 serras	96
7.2	Resumo da análise de variância da germinação (GM), primeira contagem (1ª CP), comprimento de plântula (CP), pureza física (PF), umidade (UM), conteúdo de línter (CL) e danos mecânicos (DM)	97
7.3	Resumo da análise de variância das características tecnológicas da fibra em função da máquina e cultivares.	98
7.4	Resumo da análise da variância das variáveis germinação; primeira contagem; comprimento de plântula; conteúdo de línter; pureza física e danos mecânicos em função das máquinas e cultivares	98
7.5	Avaliação e validação do descaroçador móvel e prensa enfardadeira no beneficiamento do algodão com do município de Prata, PB	99
7.6	Características tecnológicas da fibra das cultivares de algodões da Embrapa	100
7.7	Distribuição das frequências da análise de dados	101



ÍNDICE

	<i>Página</i>
LISTA DE FIGURAS	v
LISTAS DE TABELAS	vii
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Importância econômica da cultura do algodoeiro	6
2.1.1. Algodão	7
2.1.2 Características das cultivares	7
2.2. Primeiras máquinas de descaroçar algodão	8
2.3. Descaroçadores de algodão para agricultura familiar	10
2.3.1. Descaroçador convencional de 80 serras	10
2.3.2. Descaroçador de 50 serras e prensa enfardadeira	10
2.3.2.1. Descrições das partes do descaroçador de 50 serras	12
2.3.3. Descaroçador de 20 serras	13
2.3.4. Descaroçador de rolo	14
2.4. Qualidade física e fisiológica das sementes	15
2.4.1. Rendimento do algodão (%)	15
2.4.2. Pureza física das sementes (%)	15
2.4.3. percentagem de línter (%)	15
2.4.4. Teor de umidade (%)	16
2.4.5. Germinação e vigor das sementes de algodão (%)	17
2.4.6. Danos mecânicos (%)	18
2.5. Características tecnológicas da fibra	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Experimento I - Desenvolvimento do conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque.	26
3.1.1. Local	26
3.1.2. Material utilizado para construção do conjunto descaroçador,	26

prensa enfardadeira e reboque	
3.1.3. Determinação do coeficiente de segurança do reboque	30
3.1.3. 1. Determinação do coeficiente de segurança do eixo	30
3.1.3. 2. Determinação do coeficiente de segurança do chassi	33
3.1.4. Funcionamento do conjunto descarçador, prensa e reboque	36
3.2. Experimento II - Caracterização da máquina descarçadora de 25 serras	38
3.2.1. Local	38
3.2.2. Material utilizado	38
3.2.3. Qualidade física e fisiológica das sementes	39
3.2.4. Características tecnológicas da fibra	42
3.2.5. Delineamento experimental	46
3.3. Experimento III - Avaliação do descarçador de 25 serras e da prensa enfardadeira em comparação com o de descarçador de 50 serras	47
3.3.1 Local	47
3.3.2 Material utilizado	47
3.3.3. Delineamento experimental	47
3.4. Experimento IV - Validação do conjunto descarçador, prensa e reboque junto aos produtores da agricultura família	48
3.4.1. Local	48
3.4.2. Material utilizado	48
3.4.3. Delineamento experimental	48
3.5. Análise estatística	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1. Desenvolvimento das partes do conjunto: descarçador, prensa e reboque	50
4.2. Dimensionamento do eixo e chassi do reboque	52
4.2.1. Cálculo do coeficiente de segurança (CS) do eixo	52
4.2.2. Cálculo do coeficiente de segurança (CS) do chassi	53
4.3. Seqüências e resultados das etapas de desenvolvimento do descarçador de 25 serras	55
4.4. Funcionamento do descarçador de 25 serras	59
4.5. Desenvolvimento da prensa enfardadeira	60



4.6. Funcionamento da prensa enfardadeira	62
4.7. Conjunto descaroçador e prensa enfardadeira itinerante	63
4.8. Caracterização do descaroçador em função das características tecnológicas da fibra do algodão	63
4.9. Caracterização do descaroçador em função da qualidade física e fisiológica das sementes do algodão	69
4.10. Desempenho do descaroçador de 25 serras em comparação ao de 50 serras existente no mercado, considerando as características tecnológicas da fibra de algodão	73
4.11. Desempenho do descaroçador de 25 serras em comparação ao de 50 serras existente no mercado, considerando as principais qualidades físicas e fisiológicas das sementes de algodão	75
4.12. Validação do conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque pelos cotonicultores de agricultura familiar	77
5. CONCLUSÕES	82
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
7. ANEXO	94



RESUMO

Na busca de melhorias nos atuais níveis de produtividade e na redução nos custos de produção do algodoeiro no Brasil, novas tecnologias vêm sendo incorporadas ao sistema de produção, visando oferecer alternativa de verticalização da produção através do seu beneficiamento, com equipamentos compactos e itinerantes, possibilitando entre os produtores ou associações a agregação de valor à sua produção. Nesta linha de investigação objetivou-se com o presente trabalho desenvolver um conjunto composto por descaroçador, prensa enfardadeira e reboque, que atenda aos cotonicultores da agricultura familiar. O descaroçador compõe-se de: limpador com alimentação manual, cilindro de serras, cilindro de escovas, condensador e rolo; a prensa enfardadeira: chapa (masseira), cilindros hidráulicos, bomba hidráulica, válvula de controle de acionamento, dispositivos de filtragem do óleo hidráulico e manômetro; e o reboque: chassi de cantoneiras em U quatro rodas de aro 13, pontas de eixo, dois feixes de cinco molas, lastro em chapa de ferro e freio próprio. O conjunto desenvolvido foi avaliado e validado em laboratório e em campo por cotonicultores de associações ligados à agricultura familiar considerando as principais características: tecnologias da fibra e as físicas e fisiológicas da semente. Para o descaroçador estudou-se rotações, cultivares, tipos de serras e processos de limpeza; para a prensa enfardadeira foi avaliado o número de prensagem e sua capacidade para formação de um fardo; enquanto para o reboque foi considerado o coeficiente de segurança do dimensionamento do eixo e do chassi. Com base nos resultados, o conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque atendeu plenamente com a eficiência requerida pela indústria têxtil, os objetivos propostos comprovaram que as características tecnológicas da fibra do algodão beneficiado se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos pelas normas de classificação da indústria têxtil por não danificar a qualidade das sementes; na avaliação e validação do conjunto pelos agricultores composto de 15 itens, em que se considera rendimento do descaroçador, o peso do fardo recebeu o conceito “muito bom” dos cotonicultores da agricultura familiar.

Palavras-chave: desenvolvimento de descaroçador de algodão, enfardadeira, reboque, qualidade de fibras e sementes.

ABSTRACT

In the search of improvements in current yield rates and simultaneous costs reduction for cotton production in Brazil, new technologies have been incorporated into the production system, to offer an alternative to vertical integration of production through their processing, with compact and mobile ginning equipment, allowing producers and associations add value to their production. In this way of research, the present work aimed to develop a machine composed by gin, press baler and tow, which concerns the familiar cotton growers. The gin machine consists of a manual feeder cleaner, saws cylinder, brushes cylinder, condenser and coil. The baler press consists of veneer, hydraulic cylinders, hydraulic pump, control valve actuation, filtering devices for hydraulic oil and manometer: and the tow composed by chassis of U corner, 13" wheels, axis cusp, two bundles with five coil springs, iron ballast and self brake. The hole set has been evaluated and validated in field and by cotton growers of family farming associations considering the main characteristics of: fiber technology and physical and physiological of seed. For the ginning was studied the rotations, cultivars, saws types and cleaning processes; for the baler press was evaluated the number of presses and the capacity for forming a bale; while to the tow was considerate the safety factor of the axis and chassis scaling. Based on the results, the set of gin, baler and tow fully complied with the efficiency required by textile industry. The proposed goals proved that the technological characteristics of the cotton fiber benefited remained within the standards established by classification norm for the textile industry to not damage the quality of seeds. During the evaluation and validation made by farmers, composed by 15 items, considering efficiency of gin and the bale weight, this machine received the concept "very good" of the family cotton growers.

KEYWORDS: Development of ginning, baler, tow, fiber and seed quality.



1. INTRODUÇÃO

UFCC - BIBLIOTECA

1. INTRODUÇÃO

A cultura algodoeira é uma atividade de grande importância sócio-econômica para o Brasil e em especial para a região Nordeste, em que o cultivo é realizado, em sua maior parte, por pequenos agricultores, constituindo-se numa importante fonte de ocupação e renda. Toda produção obtida é comercializada na forma de algodão em caroço, entretanto nos cultivos mais tecnificados, o algodão é comercializado na forma de pluma.

O modelo da venda do algodão na forma de algodão em caroço impede que o pequeno produtor agregue valor à sua produção. Em geral, para possibilitar maior rentabilidade aos pequenos cotonicultores é necessário beneficiar a sua própria produção, seja através de cooperativa, associação ou mesmo no local de produção, separando a fibra do caroço e, então, comercializando-o em separado, ampliando ganhos líquidos extremamente significativos.

A etapa do beneficiamento se inicia no momento em que o algodão for conduzido, no processo da colheita e no seu manejo até a algodoeira. Tal etapa pode comprometer o produto com impurezas diversas e indesejáveis pela indústria têxtil, de forma que a remoção desses contaminantes dificulta e onera significativamente o beneficiamento refletindo-se, muitas vezes, em deságio no preço final do fardo (SILVA et al., 2010). Segundo Valco (2004) o algodão que chega para o processo de descaroçamento, pode ser grandemente afetado pela umidade em que se encontra, interferindo nos processos de beneficiamento, tendo influência na forma em que o descaroçador age nas sementes. Dessa forma, a umidade que o algodão a ser beneficiado apresenta, deve ser levado em consideração. Em geral, sementes menos úmidas são mais fáceis de serem processadas (GORDON et al., 2010).

Após essa etapa é realizado a separação da fibra das sementes (caroços) que ocorre através de máquinas dotadas de rolos ou serras, sendo tal prática denominada descaroçamento (ALMEIDA et al., 2011). As sementes recém-descaroçadas se apresentam cobertas por grande quantidade de línter, camada fina de pêlos curtos aderidos ao tegumento das sementes. De acordo com (LOPES et al., 2006) a presença do línter reduz a capacidade de absorção de água pela semente, o que pode retardar a germinação. Entretanto o deslinteramento caracteriza-se na eliminação total ou parcial desse línter presente na semente, através do processo químico com ácido sulfúrico após o beneficiamento (COSTA et al., 2005).

Em relação aos danos provocados nas sementes de algodão, dependendo da rotação utilizada, existe a possibilidade de um elevado percentual de danos nas sementes, levando a piores resultados de integridade física. Jerônimo et al. (2006 b), argumentam que sementes de algodão severamente danificadas durante a colheita e o beneficiamento sofrem reduções em sua qualidade fisiológica, passíveis de serem detectadas pelos testes de vigor e germinação.

Com o desenvolvimento do algodão agroecológico, cuja produção é obtida por agricultores de base familiar, reforça a necessidade de se oferecer equipamentos de beneficiamento simples, de baixo custo, de fácil operação e que atue de forma itinerante nas propriedades vinculadas às associações ou cooperativas, pois, o beneficiamento deste tipo de algodão em algodozeiras convencionais não é recomendado, em função das dificuldades da limpeza dos dispositivos da usina e, principalmente, por receber algodão de diversas origens e tipos (CARVALHO e SANTOS, 2003).

Na busca de melhorias nos atuais níveis de produtividade e na redução nos custos de produção do algodozeiro no Brasil, novas tecnologias vêm sendo incorporadas ao sistema de produção, visando oferecer alternativa de verticalização desta produção através do seu beneficiamento. O compartilhamento de equipamentos entre os produtores ou associações, agrega valor à produção que chegam a aproximadamente 120%, se o produtor comercializar a pluma e o caroço e 700%, se comercializar a semente e a fibra em relação ao sistema tradicional (SILVA et al., 2002).

Para instalação de equipamentos de “grande porte” os descaroçadores de 80 até 198 serras, na sua grande maioria, utilizam diâmetro que pode ser de 11 $\frac{3}{4}$ " , 12" , 16" e 18" e trabalham a uma rotação entre 500 a 750 rpm (HOLT e LAIRD, 2008). Essas usinas necessitam de uma série de equipamentos para o seu beneficiamento, que exigem custo muito elevado, grandes volumes de algodão, restringindo assim o uso dessa tecnologia a pequenos produtores, de forma especial, que integram a agricultura familiar (SILVA et al., 2002). Para isso a Embrapa e parcerias desenvolveram um descaroçador de 50 serras. Esse descaroçador além de ser estacionário, se localiza em um galpão de dimensões entre 300 a 450 m², dotado de energia trifásica e requer uma área de plantio de 350 a 700 ha, envolvendo de 175 a 350 produtores de algodão. A produção de cada unidade deve ser transportada até o local da mini-usina para o beneficiamento do algodão. Isto requer uma adequada logística de transporte, envolvendo caminhões e mão de obra para organização e gestão da produção, o que, às vezes, se torna difícil para determinadas associações ou cooperativa (SILVA et al.,

2009) e praticamente, impossível para o pequeno e médio agricultor de base familiar.

Mediante o exposto, faz-se necessário desenvolver um equipamento: mini-usina compacta e transportável, de beneficiamento simplificado, de baixo custo, de fácil operação e que atue de forma itinerante nas propriedades vinculadas a associações ou cooperativas.

Portanto, objetivou-se com este trabalho desenvolver um descaroçador móvel com prensa enfardadeira que atenda a demanda de produção aos cotonicultores para o beneficiamento do algodão. Os objetivos específicos foram:

1. Construir e desenvolver um descaroçador de 25 serras e uma prensa enfardadeira para trabalhar de forma itinerante em propriedades de cotonicultores de base familiar;
2. Construir e desenvolver uma estrutura tipo reboque com quatro rodas para suportar e transportar a prensa com o descaroçador;
3. Estudar o desempenho do descaroçador de 25 serras, considerando as diferentes rotações, cultivares, tipos de serras e processos de limpeza, quanto à qualidade tecnológica da fibra e fisiológica das sementes;
4. Analisar o desempenho do descaroçador de 25 em comparação com o descaroçador de 50 serras;
5. Avaliar o desempenho do conjunto descaroçador, prensa e reboque junto aos cotonicultores da agricultura familiar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

UFMG - BIBLIOTECA

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da cultura do algodoeiro

A cadeia produtiva do algodão é de suma importância para o agronegócio brasileiro, pois se destaca como o oitavo maior produtor mundial. É uma cultura de alta rentabilidade e possui um grande pólo têxtil no país, com 1,7 milhões de empregos diretos e indiretos (AGÊNCIA ESTADO, 2010).

Atualmente o algodão está entre as dez principais culturas plantadas no mundo, cultivado em mais de 60 países, vestindo quase metade da humanidade. Anualmente, em todo o mundo, são plantados mais de 33 milhões de hectares de algodão, a maioria em regime de irrigação e com produção de cerca de 25 milhões de toneladas de pluma. Estima-se que no período de 20 anos a humanidade estará consumindo mais de 35 milhões de toneladas de pluma de algodão por ano e que o Brasil terá potencial para ser o maior produtor dessa malvacea (BELTRÃO et al., 2008) hoje representado pela China, EUA, Índia e Paquistão (CONAB, 2010a).

Segundo dados divulgados pela CONAB a estimativa de produção de algodão em caroço para a safra, 2009/2010 foi de 3.176,8 mil toneladas de algodão; a de pluma foi de 1.238,8 mil toneladas na oferta brasileira da fibra, o que representa um incremento de 2,1%. O Mato Grosso é o líder da produção nacional, estimada em 1.670,70 toneladas de algodão em caroço e, 649,90 toneladas de pluma, colhido numa área de 420,30 hectares. A Bahia ocupa o segundo lugar, com produção de algodão em caroço estimada em 1.038,00 toneladas e 407,90 toneladas de pluma, em área plantada de 260,80 hectares (CONAB, 2010b).

As espécies de algodão do gênero *Gossypium* estão distribuídas na maioria nos continentes: Ásia, África, Austrália e América, sendo exploradas nas regiões tropical e subtropical, em que a espécie *Gossypium, hirsutum* L. contribui com 90% da produção mundial. O produto colhido é denominado algodão em caroço, constituído da semente, do línter e da fibra (PENNA, 2005) que é referenciada (PENNA e RESENDE, 2007) entre as fibras vegetais utilizada pelo homem.

Além do grande valor para o setor têxtil, o algodão (caroço) também é utilizado para alimentação animal e produção de óleo comestível, sendo inserido no grupo de produtos bioenergéticos, despontando como opção na produção de combustível em função da utilização do óleo de sua semente (VAINSENER, 2010).

2.1.1. Algodão

O algodão colorido é quase tão antigo quanto o branco, conforme amostras encontradas em escavações no Peru que remontam a 2500 a.C.. As amostras de algodão branco, originárias do Paquistão, datam de 2700 a.C. e os algodões silvestres, em sua maioria, possuem fibra colorida de cor marrom em várias tonalidades, embora não sejam fiáveis. Os trabalhos de melhoramento com o algodoeiro branco, desde a metade do século XX, produziram cultivares superiores e adaptadas com acentuada diferença quanto aos caracteres de importância econômica entre os dois tipos de algodão. O algodão colorido foi muito pouco estudado nesse período (CARVALHO et al., 2009).

Diversos autores ressaltam o fato de que as características agrônômicas e tecnológicas da fibra do algodoeiro de fibra colorida são significativamente inferiores às do algodoeiro de fibra branca (CARVALHO et al., 2005).

No passado o algodão colorido, por apresentar uma fibra mais fraca e menos uniforme que a do algodão branco, não podia ser usado pelas indústrias têxteis. Entretanto, trabalhos técnicos desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Algodão, Embrapa Algodão, em Campina Grande, melhoraram geneticamente a qualidade das fibras, o que possibilitou seu processamento industrial (VAINSENER, 2010).

O algodão colorido se tornou uma das melhores alternativas de renda para o semi-árido nordestino. Dentre as cultivares de fibra de diferentes tonalidades, a BRS Verde e a BRS 200 Marrom têm baixo custo de produção e podem ser processadas em fiações de alta velocidade, gerando produtos de elevada qualidade têxtil a preços e custos competitivos, por dispensar o processo de tingimento, que representa, no algodão branco, de 25 a 30% do seu custo final (BELTRÃO e CARVALHO, 2004).

Com o processo de melhoramento, o algodão colorido apresenta bons padrões de resistência, comprimento, textura e uniformidade, podendo ser processado por indústrias têxteis modernas e o tecido tem qualidade e estabilidade de coloração, semelhante aos coloridos artificialmente (QUEIROGA et al., 2008).

2.1.2 Características das cultivares

A cultivar herbácea BRS 187 8H de ciclo médio é tolerante à seca. Em condições de sequeiro, o ciclo da sementeira a colheita ocorre em torno de 130 dias e o

início da floração aos 45 dias após o plantio. O porte da planta é de 1 m, em média. Em anos de precipitação regular, na região Nordeste, sob condições de sequeiro a planta pode atingir mais de 3.000 Kg ha⁻¹ enquanto que irrigado é de 4.500 Kg.ha⁻¹. Apresenta resistência à virose (doença azul) e a alternaria. Possui tolerância à ramulose e bacteriose e é suscetível à ramulose. O comprimento da fibra é 28 a 30 mm (fibra média) e com percentagem de fibra de 38 a 40%. Recomendada para ser plantado na região Nordeste, em localidades com precipitações pluviárias iguais ou superiores a 600 mm anuais (CARVALHO, 2006).

A cultivar BRS Safira é uma cultivar de algodoeiro herbáceo que pode ser explorada na região Nordeste. Ela é o resultado do cruzamento de um material introduzido de fibra marrom escuro e a CNPA Precoce 3. Sua fibra possui cor marrom escura ou marrom avermelhado, porém em tonalidade mais clara que a fibra da BRS Rubi. Apresenta altura média de plantas em torno de 1,30 m e o ciclo do plantio até a colheita de 140-150 dias. Comparativamente à CNPA 7H, a BRS Safira possui características de fibra um pouco inferiores e rendimento semelhante, de 1.283 e 1.221 Kg ha⁻¹ respectivamente, em regime de sequeiro, na região Nordeste produz até 3.000 Kg ha⁻¹ caso as precipitações sejam normais e bem distribuídas. A BRS Safira poderá ser plantada em outras regiões além do Nordeste, contudo deve-se escolher para o plantio, áreas livres de doenças, pois a cultivar é suscetível à maioria delas (CARVALHO, 2006).

A cultivar BRS Aroeira com produtividade de algodão em caroço em torno de 10% acima da CNPA ITA 90, e rendimento de fibras 1% inferior (média de 39,85%). Apresenta ciclo normal (150 a 160 dias), sendo em média 10 dias mais precoce que a CNPA ITA 90. Possui boas características de fibras com comprimento 31 mm; resistência de 29,35 gf/tex e finura (IM) de 4,44. Sua grande vantagem está na resistência múltipla a doenças, por apresentar resistência a ramulose, viroses, mancha de *stemphylium*, além de tolerância a bacteriose, manchas de ramulária, alternaria e ao complexo fusarium-nematóide. Com essas características pode ser indicada com vantagens para o cerrado de Goiás e Mato Grosso do Sul (FREIRE et al., 2009).

2.2. Primeiras máquinas de descaroçar algodão

As primeiras tentativas para separar a fibra da semente foram realizadas manualmente; mais tarde, surgiram na Índia, máquinas pequenas, muito simples,

denominadas “churka”, precursora dos descaroçadores de rolo, composta de ganchos num cilindro movido à mão para remover as fibras das sementes. Em 1794, Eli Whitney a patenteou. Dois anos depois, Henry Ogden Holmes recebeu patente por ter melhorado um descaroçador, pois usava serras em vez de ganchos para remover as fibras das sementes. Os princípios de funcionamento desenvolvidos por Whitney e Holmes são usados até hoje nos descaroçadores modernos (NCGA, 2010).

Em 1840, Jones McCarthy inventou um descaroçador cilíndrico mais eficiente, consistindo-se de um único cilindro descaroçador de rolo, uma lâmina estacionária e uma lâmina alternada que empurra a semente da fibra quando esta passa entre o cilindro e lâmina estacionária. Embora o descaroçador de McCarthy tenha sido uma melhoria em relação ao “Churka”, esse modelo revolucionou a prática do beneficiamento do algodão, uma vez que o modelo e princípio de funcionamento deram origem aos modernos descaroçadores de rolo da atualidade, usados no beneficiamento de algodões de fibra longa e extra-longa (NCGA, 2010).

Essas invenções foram o começo para o aperfeiçoamento das técnicas de beneficiamento do algodão que, com o passar dos anos, evoluíram a ponto de provocar um incremento extraordinário das áreas de cultivo, por possibilitar a indústria têxtil trabalhar com grandes volumes de fibra e motivar a intensificação dos trabalhos de seleção e de multiplicação de espécies e cultivares novas com características tecnológicas de fibra adequadas à crescente modernização da indústria (SILVA e CARVALHO, 2008).

No Nordeste brasileiro, o processo de beneficiamento se dá conforme a figura 2.1.

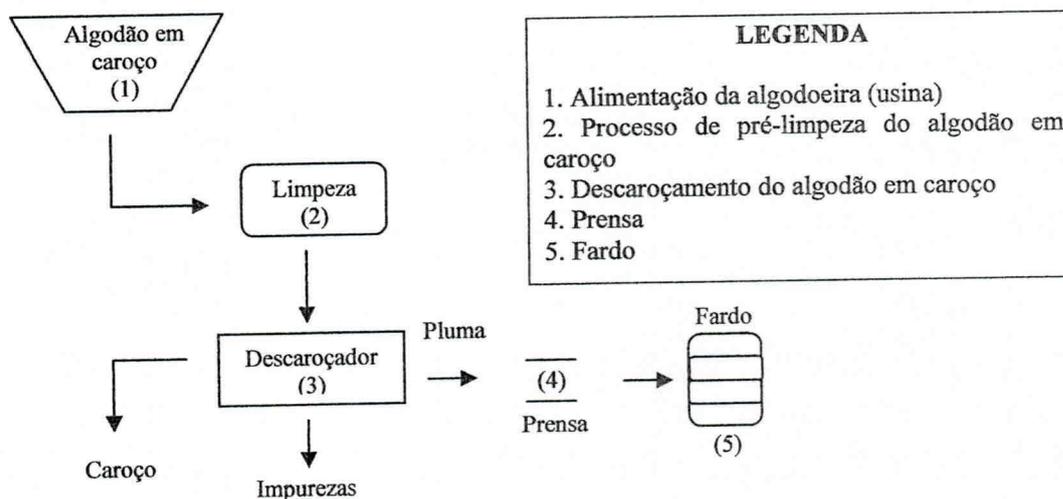


Figura 2.1. Esquema geral do processo de beneficiamento do algodão no Nordeste.

2.3. Descaroçadores utilizados no beneficiamento do algodão

2.3.1. Descaroçador convencional de 80 serras

O descaroçador de 80 serras é constituído de um dispositivo de alimentação, uma moega e dois cilindros, que regulam a quantidade de entrada de algodão no dispositivo de limpeza, formado de uma grelha e sete cilindros de diferentes diâmetros dotados de dentes, serrilhas ou escovas, que trabalham com diferentes velocidades periféricas, com a finalidade de peneirar e retirar as impurezas contidas no algodão a ser descaroçado; uma estrutura externa feita em chapa para suportar um eixo dotado de 80 serras, com diâmetro 12", que atua entre costelas para realizar a separação da fibra da semente; cilindro com escovas para retirar a fibra das serras e condensador para aglutinar a fibra em forma de manta; motor elétrico de 20 c.v. trifásico para movimentar toda a máquina; polias em "v"; correias de acionamento; chaves interruptoras e palancas de comando.



Figura 2.2. Descaroçador de 80 serras

2.3.2. Descaroçador de 50 serras e prensa enfardadeira

O descaroçador é composto basicamente dos seguintes componentes: dispositivo de alimentação (composto de uma moega e dois cilindros que regulam a quantidade de entrada de algodão no dispositivo de limpeza, constituído de uma grelha e sete cilindros de diferentes diâmetros dotados de dentes, serrilhas ou escovas, que trabalham com diferentes velocidades periféricas, com a finalidade de peneirar e retirar as impurezas

contidas no algodão a ser descaroçado), uma estrutura externa feita em chapa para suportar um eixo dotado de 50 serras, com diâmetro 11 ¾ " (298,45 mm) que atua entre costelas para realizar a separação da fibra da semente; cilindro com escovas para retirar a fibra das serras e condensador para aglutinar a fibra em forma de manta; motor elétrico de 7,5 c.v. trifásico de baixa rotação (1750 rpm) para movimentar toda a máquina; polias em "v"; correias de acionamento; chaves interruptoras e alavanca de comando (SILVA et al., 2009).



Figura 2.3. Descaroçador de 50 serras

A prensa hidráulica opera como fluxo da produção do descaroçador de 50 serras, cuja pluma é conduzida de forma manual para caixa de armazenamento da prensa, que deve possuir tela de pano de algodão para o envolvimento do fardo.

Quando a caixa estiver cheia, aciona-se o dispositivo de prensagem para compactar a pluma. Essa operação de abastecimento e de prensagem deve se repetir de cinco a oito vezes, até que se obtenha um fardo com altura lateral de aproximadamente 0,60 m e peso entre 150 kg e 180 kg . Em seguida abrem-se as duas portas - a dianteira e a traseira - para se proceder a amarração do fardo com seis fios de arame, separados especialmente para esse fim. A retirada do fardo é feita por meio de duas correntes acionadas pelo sistema hidráulico da prensa, logo após esse fardo é pesado e identificado (SILVA et al., 2009).



Figura 2.4. Prensa enfardadeira

2.3.2.1. Descrições das partes do descaroçador de 50 serras

O processo da mini-usina descaroçadora de 50 serras (Figura 2.7) se inicia com a partida do motor elétrico para o acionamento dos dispositivos do equipamento. Em seguida, inicia-se a alimentação na caixa acumuladora de algodão, cujo processo deve ser feito de forma contínua e uniforme. Por meio de rotores da moega alimentadora, o algodão é conduzido em fluxo contínuo aos dispositivos de limpeza (cilindros ou rolos) estes dispositivos utilizam a força centrífuga e o atrito para a retirada das impurezas. Depois da limpeza, o algodão em caroço entra na câmara de descaroçamento e forma um cilindro compacto de massa de algodão, momento em que as serras e as costelas separam a pluma dos caroços, as quais, em seguida, caem na parte inferior dianteira da máquina para serem ensacadas. A pluma é conduzida pelas serras ao cilindro de escovas, que a impulsiona ao condensador cilíndrico. E por último trabalha em baixa rotação para aglutiná-la em forma de manta, que deve cair sobre um piso limpo para evitar contaminação e facilitar o transporte para a prensa hidráulica (SILVA et al., 2009).

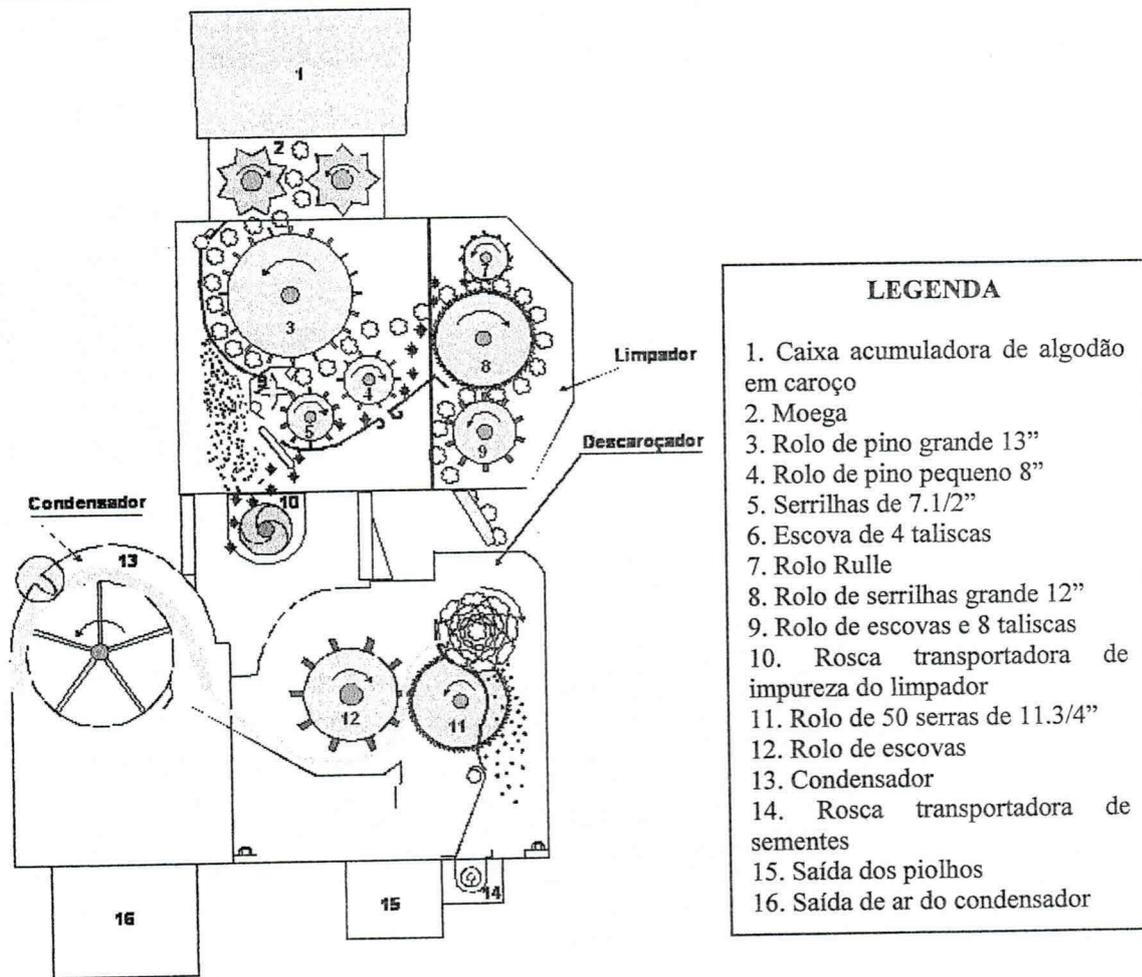


Figura 2.5. Esquema de funcionamento do descaroçador de 50 serras

2.3.3. Descaroçador de 20 serras

O descaroçador de 20 serras foi desenvolvido na Metalúrgica Barros Ltda, em Campina Grande, na Paraíba. É uma máquina compacta com princípio de funcionamento semelhante ao da mini-usina de 50 serras, e é constituído das seguintes partes principais: caixa acumuladora de algodão para alimentação manual; cilindro descaroçador de algodão, composto por 20 serras de diâmetro de 300 mm; cilindro de escovas de diâmetro de 230 mm para a retirada da fibra dos dentes das serras; cilindro condensador de 380 mm para a agregação da fibra em forma de manta; um chassi formado de chapas e cantoneira em aço; um motor elétrico de 5 c.v. trifásico, com chave de acionamento, polias e correias para transmissão de rotações (ARAÚJO, 2008).

UFCC - BIBLIOTECA



Figura 2.6. Descaroçador de 20 serras

2.3.4. Descaroçador de rolo

O descaroçador de rolo que processa a separação da semente da fibra apresenta uma superfície áspera coberta com couro e duas facas, sendo uma móvel e outra fixa, ocorrendo o descaroçamento no momento em que a faca móvel entra em contato com a fixa e o rolo descaroçador; a semente é descarregada sobre a faca fixa e um transportador de correias. As fibras aderem ao rolo descaroçador até o ponto em que um rolo de madeira com rotação inversa as retira e as conduz para fora do descaroçador, que se destina aos algodões de fibra longa e extra-longa. Esse descaroçador apresenta rendimento médio de um fardo por hora sem danificar as fibras nem as sementes. A rotação de trabalho está entre 150 rpm e 350 rpm (SILVA e CARVALHO, 2008).



Figura 2.7. Descaroçador de rolo

2.4. Qualidade física e fisiológica das sementes

2.4.1. Rendimento de fibra (%)

O elevado rendimento de fibra pode ser resultado das boas condições climáticas, por ocasião do intenso crescimento da cultura, como também a ausência de chuvas por ocasião da colheita, e que reflete em um produto final de ótima qualidade (CONAB, 2010a).

O rendimento de fibra é medido em percentual (%) de fibra produzido em relação à produção de algodão em caroço após o descaroçamento. Este caráter é de grande importância, por ser o rendimento o fator considerado pela usina para pagamento ao produtor (MORESCO, 2003).

2.4.2. Pureza física das sementes (%)

Um dos principais fatores que determinam a qualidade das sementes é a pureza física. Assim as máquinas de descaroçamento, que proporcionam elevado percentual de pureza, devem ser preferidas, visto que diminuem a necessidade de processamento posterior na limpeza do produto. Jerônimo et al. (2006 b), argumenta que a pureza física das sementes beneficiadas nas máquinas de serras foi superior ao da máquina de rolo, em razão da maior eficiência na separação da fibra.

Os valores médios de pureza física das sementes, encontrados nas amostras analisadas por Jerônimo et al. (2006b) atendem às exigências do Ministério da Agricultura, que determina 80 % de pureza física para a comercialização no estado da Paraíba. Com relação à utilização de máquinas descaroçadoras de algodão, Araújo (2008) conclui que a máquina de 20 serras apresentou pureza física melhor do que a de 90 serras, isto é, a separação das impurezas é menor na máquina de 90 serras.

2.4.3. Percentagem de línter (%)

O algodoeiro herbáceo é uma das plantas cultivadas de maior uso pela humanidade, apresentando um número elevado de subprodutos, em especial derivados de suas sementes, que são ricas em óleo e proteínas e possuem elevado valor biológico, além do línter, constituído por fibras curtas, abaixo de 12,7 mm, que tem grande uso na



indústria, sendo fonte de matéria-prima para diversos produtos como a pólvora e o algodão hidrófilo (CARDOSO, 2001).

O processo de retirada do línter é uma prática extremamente importante com vistas à obtenção de lotes de sementes com alto padrão de qualidade física, fisiológica e sanitária. Estas condições são indispensáveis para o sucesso da cotonicultura. Sobre o tema, Silva et al. (2001) constataram superioridade fisiológica das sementes de algodão deslinteradas em comparação com as sementes com línter.

Araújo (2008) trabalhando com descaroçadores de 20, 50 e 90 serras obteve percentagem de línter em torno de 14 à 15%, desempenho superior ao obtido Rutheford (2005) que sugere um percentual de línter residual inferior ou igual a 10%. Estes resultados indicam a necessidade de maiores estudos no processo de regulação desses descaroçadores.

Com relação ao peso da semente, Beltrão et al. (2003) argumentam que as sementes com línter, em média, têm peso específico duas vezes menor do que as sementes sem línter e, com relação à eficiência de trabalho, Almeida et al. (2011) obteve o melhor desempenho para o descaroçador de 20 serras, operando na rotação de 344 rpm, alimentado com amostra de 600 g e, o dispositivo de regulação de línter na posição A, resultados em que as características tecnológicas se mantiveram dentro do padrão estabelecido pelas normas oficiais de classificação do algodão brasileiro (SESTREN e LIMA, 2007).

2.4.4. Teor de umidade (%)

Os medidores de umidade comumente usados em descaroçadores, primeiramente medem a umidade do fio e não da semente. A umidade do fio alcança seu equilíbrio com a umidade do ar dentro de poucos minutos. No entanto, a umidade da semente leva horas ou dias para se equilibrar, devido à influência do ritmo biológico da própria semente. As leituras dos medidores são influenciadas pelo tipo de algodão, contaminadores como o lixo, temperatura da amostra e do ambiente e densidade da amostra (VALCO, 2004).

Manter o nível de umidade do algodão adequado é necessário para preservar a qualidade da fibra à comercialização e o processamento têxtil. É crítico para a limpeza do algodão, manipulação e preservação da qualidade da fibra no descaroçador, quando o algodão apresenta alta umidade não é bem limpo ou manipulável e se degrada durante a

estocagem. Fibra processada num nível baixo de umidade é mais frágil e facilmente danificada durante o descaroçamento. Quando o algodão é pressionado e empacotado em níveis inadequados de umidade, a pressão hidráulica aumenta causando desgaste do equipamento e conseqüentemente reduz o peso do fardo. Pesquisadores desenvolveram e implementaram no laboratório de Stoneville métodos apropriados para aplicar, medir e controlar a umidade durante o processamento. E estabeleceram também o efeito da umidade na cor do fio do algodão durante a estocagem dos fardos por longos períodos, resultando numa recomendação industrial para a umidade do fardo (USDA, 2006).

No processo de pré-limpeza do algodão, os cilindros batedores e os extratores alimentadores executam um trabalho importante na eliminação das impurezas da fibra, entretanto a eficiência desses dispositivos depende do grau de umidade do algodão (LE, 2006).

Pesquisas têm mostrado que a umidade ideal da semente de algodão para a limpeza e descaroçamento é entre 6% e 7%, pois permite a limpeza suficiente e com o mínimo de danos à fibra (GORDON et al., 2010).

2.4.5. Germinação e vigor das sementes de algodão (%)

O conceito de qualidade da semente envolve a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária das sementes. Segundo Jerônimo (2005) as sementes de algodão severamente danificadas durante a colheita ou beneficiamento sofrem reduções em sua qualidade fisiológica, passíveis de serem detectadas pelos testes de vigor e de germinação. Desta forma, toda a atenção deve ser dispensada aos descaroçadores tidos como o “coração” da usina de beneficiamento, pois se não ocorrer à manutenção da maquinaria, dos ajustes, da calibração visando uma eficiência e operação dos descaroçadores, pode ocorrer danos às sementes, seja mediante a ação de serras circulares ou de facas, como no caso do descaroçador de rolo.

Com relação à germinação e o vigor de sementes de algodão depois de descaroçadas, Rocha et al. (2009) observaram que se deve considerar no processo a umidade da semente, devido esta influenciar nos resultados de consistir a principal causa da perda de qualidade fisiológica.

Araújo (2008) avaliando o descaroçador de 20 serras verificou que a germinação e sua primeira contagem não foram afetadas pelo processo de descaroçamento, uma vez que a média dos seus valores (97 e 94%, respectivamente) ficou acima do estabelecido

pelo padrão para comercialização de sementes de algodão, que é de 80% (BRASIL, 2009). Observou-se (ARAÚJO, 2008) ainda, maiores valores de germinação para o descaroçador de 20 serras frente às máquinas 50 e 90 serras em aproximadamente 8%. Este comportamento se deu provavelmente às rotações destas máquinas serem maiores que a do descaroçador de 20 serras.

Medeiros Filho et al. (2006) ao estudarem a germinação de sementes de algodão com e sem línter, concluíram que as sementes deslindadas germinaram uniformemente e, não foi preciso uma segunda contagem, conforme estabelecido para o teste de germinação pela RAS (BRASIL, 2009).

2.4.6. Danos mecânicos (%)

Os efeitos dos danos causados por ação de agentes físicos em sementes nas fases de produção são causas principais da redução da qualidade fisiológica de sementes, detectada pelo teste de germinação e vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A qualidade das sementes pode ser influenciada por operações decorrentes da colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e semeadura, que se diferenciam em relação a cada espécie. Quando colhidas mecanicamente, as sementes vêm do campo com percentual de dano mecânico que se estendem durante os processos de beneficiamento causando altos índices perda de qualidade (SOUZA et al., 2009).

O processamento de sementes de algodão envolve etapas diferenciadas, tais como: o descaroçamento e o deslindamento, além do armazenamento temporário no campo, que podem causar danos mecânicos e efeitos imediatos e latentes na sua qualidade (SILVA et al., 2006).

Almeida et al. (2004) relataram que a presença de danos em sementes beneficiadas mecanicamente é inevitável e que o mesmo, além de prejudicar a qualidade da semente para o plantio, afeta também a comercialização, diminuindo consideravelmente o seu valor de mercado.

Jerônimo et al. (2006b) ao avaliarem os tipos de danos nas sementes constataram maiores percentuais de danos do “tipo leve” nas sementes beneficiadas no descaroçador de serra e os do “tipo severo” para o descaroçador de rolo. Esses autores, ainda que para a totalidade dos danos (leves + severos) a máquina de serra provocou percentual maior de danos nas sementes em comparação com a máquina de rolo. Resultados esses que estão de acordo com os obtidos por Paiva et al. (2000) ao considerarem que a

intensidade e a gravidade dos danos mecânicos causados às sementes na operação de beneficiamento dependem do tipo de equipamentos utilizados, em cujas sementes impactadas com velocidades mais elevadas apresentam os piores resultados de integridade física.

Para Souza et al. (2009), as sementes quando são colhidas mecanicamente vêm do campo com considerável percentual de dano mecânico, que se estendem durante os processos de beneficiamento, causando altos índices de perda de qualidade.

Os efeitos latentes em sementes de algodão após o beneficiamento em descaroçadores de 50 e 80 serras revelaram menor percentual de viabilidade para a máquina de 80 serras. Resultados que concordam com os obtidos por Araújo (2008) que verificou sementes menos danificadas quanto ao beneficiamento no descaroçador de 20 serras (38 e 31%) em comparação aos danos provocados pelas máquinas de 50 e 90 serras, respectivamente.

2.5. Características tecnológicas da fibra

Quanto à eficiência do beneficiamento, o excesso de velocidade dos descaroçadores de serra nas usinas de beneficiamento resulta no aumento do desperdício, produzindo fibras inaproveitáveis para fiação, acarretando dilaceramento e, conseqüentemente, perda de parte de seu valor industrial (HOLT e LAIRD, 2008).

De acordo com Fonseca (2006), a qualidade da fibra do algodão tem sido pouco estudada, por isso há uma necessidade, ainda, de muitos estudos à respeito das causas que as influenciam. Sabe-se que para a indústria têxtil as características mais interessantes de fibra são: comprimento, uniformidade, resistência, índice micronaire e alongamento, para que o processo de fiação seja considerado produtivo e competitivo com relação às fibras sintéticas.

As características de fibra média ideais, estabelecidas pelos padrões da Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis (Fundação Blumenauense... 2008) são consideradas no melhoramento genético como sendo:

- Comprimento: > 27,5 mm
- Resistência: > 28,0 (gf/tex)
- Finura (Micronaire): 4,0 (µg/pol)
- Uniformidade (%): > 80 %

- Maturidade (%): > 75%
- Alongamento (%): > 7,0 %
- Índice de fibras curtas: < 4,5 %
- Índice de fiabilidade: > 2100
- Neps: < 100 (neps/g)
- Porcentagem de fibra: > 40 %

O sistema HVI é a combinação de aparelhos de medição usado para acessar quantitativamente as características físicas das fibras do algodão, que podem fornecer informações rapidamente e em maior quantidade e com precisão quanto às classificações e ensaios laboratoriais. O *Uster*[®] HVI (*High Volume Instruments*) modelo 1000 M700 Classing, acompanhado de um Neptester 720 para determinação de suas características, tecnológicas da fibra, instalado no Laboratório de Fibras e Fios do Centro Nacional de Pesquisa de algodão (USTER[®] TECHNOLOGIES, 2006) determina as seguintes características físicas da fibra do algodão com os padrões estabelecidos pela Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis (Fundação Blumenauense... 2008):

Micronaire (MIC): é o índice determinado pelo complexo entre finura/maturidade da fibra. É a medida da vazão do fluxo de ar injetada com pressão constante sobre uma massa das fibras de algodão constante, acondicionada em uma câmara de volume constante (USTER, 2008).

Jerônimo et al. (2006b) estudando a característica da fibra micronaire não encontrou para as máquinas de rolo e de serras diferença estatística, resultado que concorda com os obtidos por Fonseca e Santana (2002); e Lima (2004) uma vez que esta variável é dependente de fatores genéticos e climáticos e, portanto, não é afetada por fatores mecânicos, como o beneficiamento.

Resistência à ruptura (RST): é a força em gramas requerida para romper um feixe de fibras de um tex, que equivale à massa em gramas de 1000 (mil) metros de fibra (USTER, 2008).

Jerônimo et al. (2006b) estudando os descaroçadores de serra e de rolo verificaram que os valores obtidos para resistência de fibra da cultivar BRS 187 8H não acusaram diferenças significativas; confirmando os resultados obtidos por Silva et al. (2002) que estudaram o algodão herbáceo, cultivar Acala 1 e CNPA 7H, respectivamente em que suas fibras foram separadas em descaroçadores de serras e de rolo e também não obtiveram diferença na resistência de fibra. No entanto com a cultivar BRS 200

Marrom, Jerônimo et al. (2006a) encontraram superioridade para esta característica quando o algodão foi descaroçado na máquina de serras, fato que se deve, provavelmente, a cultivar BRS 200 morrom, arbóreo. Porém esse resultado, em parte, contraria o obtido por Almeida et al. (2011) que em estudos com algodão arbóreo não encontrou diferenças nos resultados quanto a resistência das fibras, após o algodão ser processado nos descaroçadores de rolo ou de serras.

Com relação às exigências da indústria de fiação sobre a resistência da fibra, verifica-se que tanto a cultivar BRS 187 8H como a BRS 200 Marrom, apresentaram valores que se situaram entre média e elevada (LIMA, 2004).

Alongamento (ALG): é quando o material cede no sentido longitudinal até o momento de ruptura, expresso em percentual, em função do comprimento inicial do corpo-de-prova (USTER 2008).

Jerônimo et al. (2006a) verificaram que os descaroçadores de serras não afetaram o alongamento da fibra do algodão colorido. No entanto, a fibra do algodão branco, sim, em que os maiores valores do alongamento foram obtidos no descaroçador de 80 serras, discordando dos valores anteriores. Porém, todos se situando no padrão muito elevado (LIMA, 2004).

Comprimento (CPM): é a extensão média ou a mais constante ao longo do eixo de um corpo-de-prova de fibras paralelas previamente preparadas. Esta característica tem importância direta na resistência do fio (fibras mais longas se acomodam melhor na torção do fio) e no seu aspecto (fibras mais longas produzem fios menos peludos por apresentarem menos pontas) (USTER, 2008).

Com relação aos padrões de comprimento médio (CPM) de fibra estabelecida pela indústria têxtil, Jerônimo et al. (2006b) verificaram que as fibras obtidas no descaroçador de 80 serras se classificaram em tamanho regular, enquanto as obtidas no de 50 serras e no de rolo, a classificação alcançada foi de tamanho longa (FONSECA e SANTANA, 2002).

Jerônimo (2005) ao observar o comprimento da fibra verificou que o descaroçador de rolo com baixa rotação possibilitou à obtenção de fibra de maior comprimento médio que os descaroçadores de serra independente do número de serras e da marca da máquina utilizada. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Almeida et al. (2011).

Índice de fibras curtas (IFC): é o índice de fibras ou conteúdo de fibras curtas menores que 12,7 mm, presentes no algodão (USTER, 2008).



Quanto ao índice de fibras curtas, Jerônimo et al. (2006a), observaram que o descaroçador de rolo proporcionou menor valor, diferindo significativamente das máquinas de serra, cujo padrão de classificação para máquina de rolo se situa na categoria de muito baixo, enquanto nas máquinas de serra se enquadram na categoria baixa. Esta classificação atende às exigências da indústria têxtil, conforme os trabalhos de Fonseca e Santana (2002) e Lima (2004).

Fonseca e Santana (2002) trabalharam com as cultivares BRS 187 8H e BRS 200 Marrom e observaram para a primeira cultivar índice de fibras curtas (valor maior indica menor qualidade da fibra) muito baixo e para a segunda índice baixo. Ressalta-se que essas características são inerentes a cada cultivar que se estabelecem de acordo com seus progenitores e cujos resultados estão de acordo com os obtidos por Beltrão e Santana (2002) ao afirmarem que o algodão colorido cultivar BRS 200 Marrom apresenta inferioridade em todas as características de fibra, quando comparado ao algodão branco de origem herbácea.

Santana et al. (2003) quando se referem ao índice de fibras curtas, isto é, aquelas fibras de comprimento inferior a 12,7 mm, verificaram que para quinze linhagens em teste, ocorre baixo índice de fibras curtas, em que o menor valor foi 5,8% para a linhagem 99-2146 e o de maior, 10,6% para a linhagem 97- 247. É importante frisar que o alto índice de fibras curtas, acima de 17%, leva ao aumento no nível de ruptura do fio, por resistir pouco ao processo de torção e estiramento na fiação (FUNDAÇÃO MT, 2001) reduzindo a eficiência de durabilidade com o aumento da geração de resíduo neste processo.

Jerônimo et al. (2006a) estudando o índice de fibras curtas do algodão branco e colorido, descaroçados em máquinas de 50 e 80 serras, verificaram aumento significativo desta característica obtido nestes descaroçadores, em relação ao descaroçador de rolo.

Índice de uniformidade (IU): é a relação entre o comprimento médio e o comprimento médio da metade das fibras mais longas (USTER, 2008).

Jerônimo et al. (2006b) ao analisarem as propriedades tecnológicas da fibra de duas cultivares de algodão, descaroçadas em máquinas de serras e de rolo concluíram que o índice de uniformidade se situa dentro do padrão baixo para a máquina de 50 serras e médio para a de 80 serras e a de rolo, conforme escala de padrão apresentada por Lima (2004).

Para a característica índice de uniformidade de comprimento da fibra, Brito et al. (2003) estudaram as cultivares CNPA 7H, BRS 187 8H, BRS 186-Precoce 3 e BRS 201, e que variaram de uniforme (84,87%) a muito uniforme (85,50%) respectivamente, segundo a classificação descrita por Santana et al. (2008).

Santana et al. (2003) quando trabalharam com quinze linhagens de algodão colorido, concluíram que a característica índice de uniformidade de comprimento de fibra valores se enquadram na categoria de fibras uniformes, haja vista que variaram de 80,1% (linhagem 97-247) a 83,3% (linhagens 99-2146 e 99-1768).

Índice de fiabilidade (IF): é uma característica da resistência dos fios, em especial de fios a rotor, *open end* que depende essencialmente da tenacidade das fibras individuais (USTER, 2008).

Pesquisas conduzidas por Santana et al. (2008) na Estação Experimental de Ipanguaçu, no Rio Grande do Norte, com as cultivares de algodão herbáceo IAPAR 94 – 227, IAC 22, COODETEC 401 e CNPA 7H, revelaram para o índice de fiabilidade e/ou CSP, valores (2119 a 2298) que as incluem na categoria de fibra de alta fiabilidade.

Araújo (2008) beneficiou algodão em um descaroçador de 20 serras, trabalhando a 344 rpm. A autora concluiu que para as principais características tecnológicas da fibra, exceto o índice de fiabilidade, o comprimento da fibra e o alongamento a ruptura, as demais não apresentaram diferença estatística, isto é, não foram influenciadas pelo processo de descaroçamento e os padrões de classificação obedeceram ao que estabelece a indústria têxtil nacional, conforme Fonseca e Santana (2002).

Maturidade (MAT): é o grau que indica a espessura das camadas de celulose da parede secundária em relação a seu diâmetro (USTER, 2008).

Sestren e Lima (2007) tratando desse tema afirmam que a deposição de celulose na parte interna da fibra não é uniforme em todas as fibras, varia entre as fibras de uma mesma semente e na própria extensão do seu comprimento e que as fibras com parede secundária espessa e lúmen reduzido são tidas com fibras maduras.

A maturidade da fibra influencia fortemente o processo industrial, quanto à aparência, à resistência, à irregularidade e à capacidade de absorção dos corantes pelas fibras, fios e tecidos, após o tingimento (SESTREN e LIMA, 2007). Fibras imaturas contribuem para a formação de “neps”, que são emaranhados de fibras que não suportam os esforços mecânicos e se rompem durante os processos de colheita, beneficiamento e fiação (FONSECA e SANTANA, 2002).

A maturidade da fibra do algodão é uma das suas características tecnológicas tidas como de maior importância para a indústria têxtil, cujo estudo realizado por Azevedo et al. (2005) revelaram para o algodão herbáceo, valores entre 88 e 90,5, e que demonstra elevada maturidade das fibras deste algodão.

Número de Neps (NN): são emaranhados de fibras normalmente ocasionados por fibras imaturas, que não suportam os esforços mecânicos e se quebram durante os processos de colheita, beneficiamento, abertura, mistura e limpeza (preparação à fiação). É de fundamental importância enfatizar que a tendência do algodão a formar “*neps*” prejudica o andamento da fiação, a tecelagem plana, a malharia e a qualidade dos produtos acabados. A Uster (2007) estabelece o número de neps que a fibra pode conter em até 250 neps g⁻¹, a partir de 300 neps g⁻¹ ocorrem problemas em todos os processos têxteis, especialmente nas malharias.

Segundo Silva et al. (2002) o descaroçamento com máquinas de serra pela ação dos seus dentes sobre a massa do algodão para a extração da fibra é o processo que mais contribui para a formação do neps na fibra. Em seus estudos esses autores utilizaram descaroçadores de 90 serras, “diâmetro de 12” e velocidade média de 650 rpm e obtiveram fibra com 174,3 neps g⁻¹, valor considerado baixo (SILVA et al., 2010).

Os processos de pré-limpeza do algodão em caroço, descaroçamento e limpeza da pluma aumentam o número de neps do algodão (SILVA et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

UFMG - BIBLIOTECA

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento I - Desenvolvimento do conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque

3.1.1. Local

Este experimento foi desenvolvido na Metalúrgica Barros Ltda. em parceria com a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande e Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB. A máquina descaroçadora, prensa enfardadeira e reboque foram desenvolvidos seguindo princípios fundamentados em modelos anteriores descritos por Silva et al. (2009).

3.1.2. Material utilizado para construção do conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque

a) Alimentador manual com limpador

Na parte superior do descaroçador foi instalado o alimentador manual construído em chapa de aço de 0,325 cm de espessura no formato retangular e o limpador, composto de três cilindros de 11,5 x 41,5 cm envolvidos com pinos de $\frac{1}{4}$ " x 1"; três grelhas para a retirada das impurezas que acompanham o algodão em caroço; polias de acionamento e correia (Figura 3.1). O conjunto (alimentador manual com limpador) foi fixado ao descaroçador por meio de parafusos de 0,8 cm.

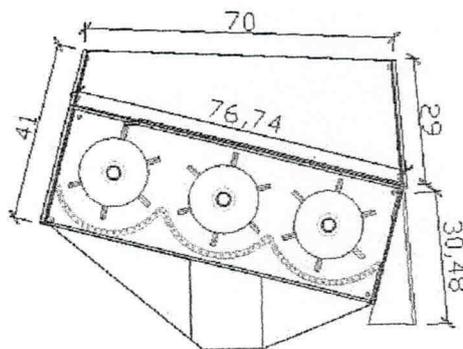


Figura 3.1. Vista lateral do alimentador manual com limpador.

b) Descaroador

A máquina descaroadora foi montada sobre uma estrutura de aço de 0,825 cm de espessura (chassi de sustentação) a qual prende outra estrutura denominada de “suporte de sustentação das costelas”, cujas partes formam a base do descaroador (câmara de descaroadamento) (Figura 3.2 a), onde foi montado um eixo com 25 serras de 12" de diâmetro cada, espessura 0,11 cm, ângulo de 28° e 264 dentes. As serras são afastadas, uma das outras, por 24 separadores de alumínio de 15,5 cm x 1,54 cm, permitindo o encaixe das 26 costelas (marca Lumus); um cilindro de 23,2 cm x 41,5 cm contendo 17 escovas composta por crina de cavalos com a finalidade de retirar a fibra das serras e, outro cilindro de 41,5 cm x 30,0 cm coberto com tela galvanizada de malha 14, denominada de condensador, para aglutinar a fibra em forma de manta e, um motor de 3 cv e 4 pólos trifásico (Figura 3.2b).

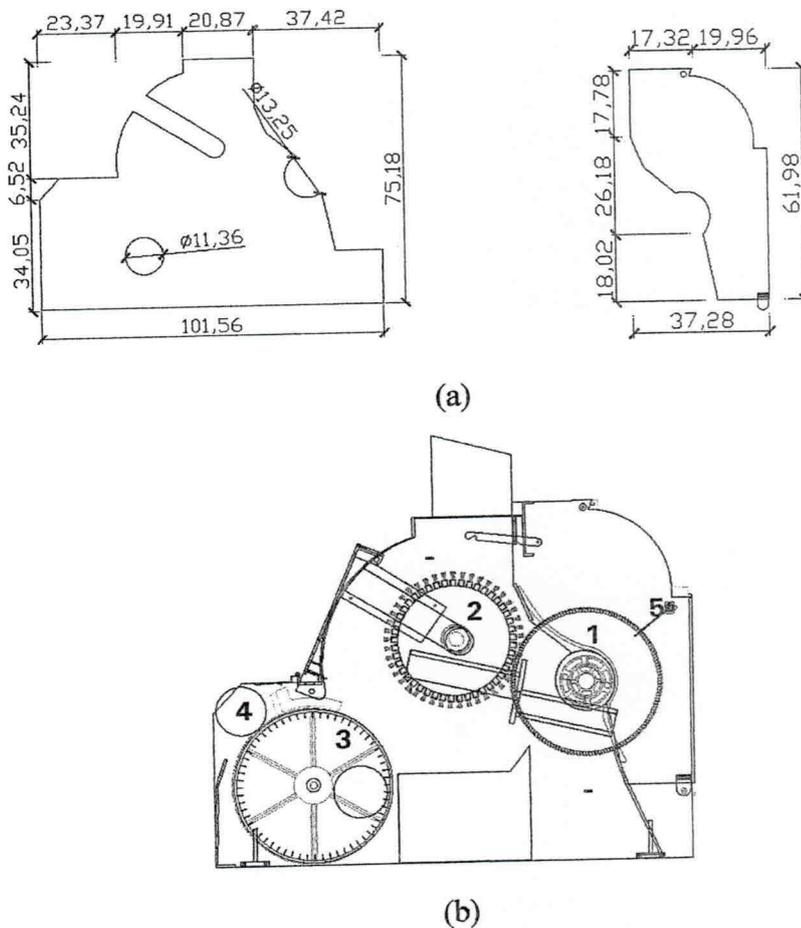


Figura 3.2. Vista lateral do chassi de sustentação e suporte de sustentação das costelas do descaroador (a) descaroador completo (b): cilindro de serras (1); cilindro de escovas (2); condensador (3); rolo de condução da manta de algodão (4); e pente (5).

c) Prensa enfardadeira

A prensa enfardadeira foi construída com chapa de aço SAE 1020, altura de 200 cm, frente de 120 cm, profundidade de 70 cm, peso de 800 kg cujo funcionamento teve por base o trabalho de Silva et.al. (2009). Ela possui uma bomba hidráulica de engrenagem, dois cilindros hidráulicos medindo 3,7 cm de diâmetro com 100 cm de curso dos pistões, comando de válvulas de controle dos cilindros hidráulicos, uma chapa móvel para prensagem do algodão, uma caixa de prensagem com medidas no padrão internacional 100 cm x 80 cm x 60 cm e, um motor de 5 cv e 4 pólos trifásico (Figura 3.3).

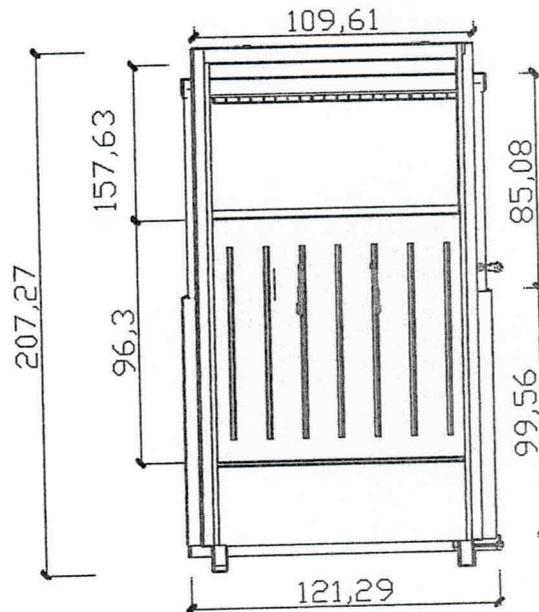


Figura 3.3. Vista frontal da prensa enfardadeira

O circuito hidráulico (Figura 3.4) que possibilita a prensagem do algodão para a formação do fardo ocorre através de vários componentes, dentre eles o principal é a bomba hidráulica. Esta é responsável pelo bombeamento e circulação do óleo por todo o circuito. A bomba hidráulica sugciona o óleo do tanque e encaminha para o distribuidor, cuja função é distribuir o óleo para as duas mangueiras de cada pistão e o retorno para o tanque. Os pistões são os mecanismos responsáveis pelo movimento vertical da chapa de prensagem. A prensa é acionada pelo motor da bomba hidráulica, que faz a sucção do óleo armazenado no tanque e o bombeia até o distribuidor, sendo possível verificar a pressão do óleo por meio de um manômetro. O movimento dos pistões se dá pelo

bombeamento do óleo concomitantemente com a abertura ou fechamento das válvulas de controle de passagem do óleo pelo distribuidor. De acordo com o movimento desejável o distribuidor vai injetar ou retirar óleo do compartimento do êmbolo dos pistões, isto é, quando a chapa de prensagem é acionada, injeta-se óleo no êmbolo do pistão pela mangueira acoplada na parte superior e retira-se óleo pela mangueira acoplada na parte inferior do pistão, simultaneamente, promovendo assim, o movimento da chapa de prensagem. Para a chapa de prensagem aliviar a pressão sobre o algodão ocorre o processo contrário.

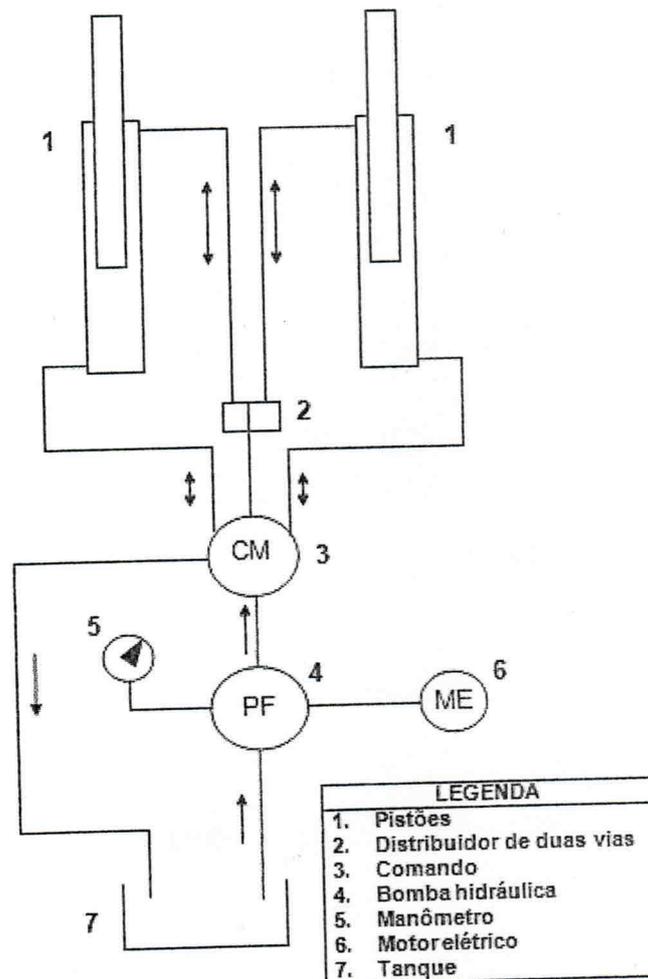


Figura 3.4. Representação esquemática do circuito hidráulico

d) Reboque

O reboque foi construído com cantoneiras U de 4 polegadas, 4 rodas de aro 13 e eixo com comprimento de 100 cm entre pontas de eixo, contendo dois feixes de cinco molas de $\frac{1}{4}$ por 6 cm e lastro em chapa de ferro de $\frac{1}{8}$, dotado de freio próprio para não

permitir o seu deslocamento quando retirado do veículo transportador, proporcionando segurança aos que operam o conjunto descaroador - prensa enfardadeira (Figura 3.5).

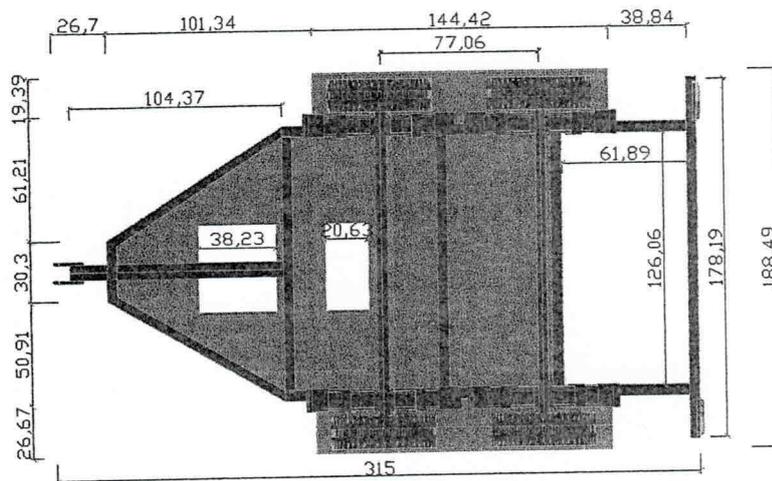


Figura 3.5. Vista inferior do reboque

3.1.3. Determinação do coeficiente de segurança do reboque

3.1.3. 1. Determinação do coeficiente de segurança do eixo

a) Dados gerais

- **Material**

- Tubo vazado de aço SAE 1045;
- Laminado a frio;
- Tensão de Escoamento: $\sigma_e = 300$ MPa;
- Tensão de Ruptura: $\sigma_{rup} = 700$ MPa.

- **Dimensões do eixo**

- $d_e = 60$ mm (0,06 m);
- $e = 6$ mm (0,006 m);
- $d_i = 48$ mm (0,048 m);
- $L_{total} = 1710$ mm (1,71 m).

- **Carga**

- Equipamentos: 1200 kg;
- Material processado (algodão): 80 kg;
- Operador: 90 kg;
- Estrutura (peso do chassi): 400 kg;
- Peso gravitacional = $9,81 \text{ m/s}^2$
- Carga total = $Q_{\text{total}} * \text{Peso gravitacional} = 1770 * 9,81 = 17,364 \text{ kN}$.

b) Coeficiente de segurança (CS) do eixo

Os métodos utilizados para dimensionamento/determinação do Coeficiente de Segurança (CS) são:

1. Dimensionamento à Flexão Pura (tensão de escoamento)

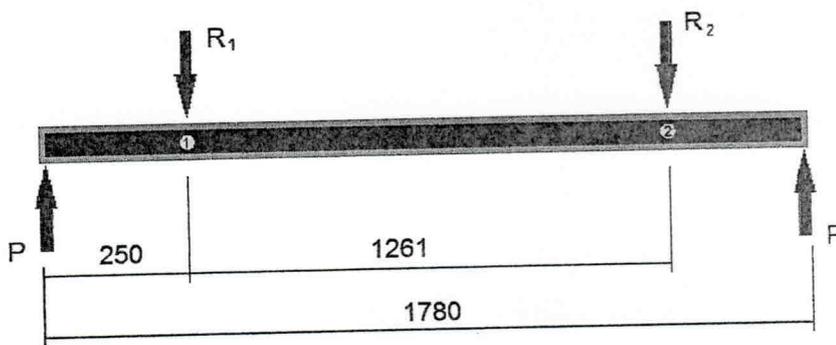


Figura 3.6. Diagrama de corpo livre do eixo com dimensões (mm)

Em que:

$$P = Q_{\text{total}} / 4 = 17,364 \text{ kN} / 4 = 4,341 \text{ kN} \text{ (força aplicada)}$$

$$R_1 = R_2 = P \text{ (reação do apoio)}$$

- **Momento fletor**

É o momento que tende a flexionar a peça, como resultado de tensões normais de sinais contrários na mesma seção.

$$M_f = d * P$$

Equação 3.1

Em que:

P = é a força aplicada devido ao peso total do chassi

d = distancia do eixo até o apoio

- **Tensão de Flexão: tensão admissível (eixo vazado)**

É quando o momento fletor é o único esforço solicitante que atua na seção.

$$\sigma_f = \frac{32 \cdot M_f \cdot d_e}{\pi (d_e^4 - d_i^4)} \quad \text{Equação 3.2}$$

Em que:

M_f = momento fletor

d_e = diâmetro externo

d_i = diâmetro interno

Desta forma, determina-se o Coeficiente de segurança:

$$CS = \frac{\sigma_e}{\sigma_f} \quad \text{Equação 3.3}$$

Em que:

σ_e = tensão de escoamento

σ_f = tensão de flexão

2. Dimensionamento à Fadiga (tensão de ruptura ou última)

É consequência de esforços alternados, que produzem trincas, em geral na superfície, devido à concentração de tensões.

- **Tensão de resistência à fadiga do componente**

$$S'_e = 0,504 * \sigma_{rup} \quad \text{Equação 3.4}$$

Em que:

$\cong 0,504$ = tensão de limite de fadiga

σ_{rup} = tensão de ruptura

- **Tensão de resistência à fadiga do material**

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_f S_e' \quad \text{Equação 3.5}$$

Em que:

S_e' = resistência à fadiga do componente estimado

k_a = fator de superfície

k_b = fator de tamanho

$k_c = k_d = k_e = k_f$ = fatores de: carregamento, temperatura, confiabilidade e efeitos diversos

Desta forma, determina-se o coeficiente de segurança:

$$CS = \frac{S_e}{\sigma_f} \quad \text{Equação 3.6}$$

Em que:

S_e = tensão de resistência

σ_f = tensão de flexão

3.1.3. 2. Determinação do coeficiente de segurança do chassi

a) Dados Gerais

- **Material**

- Cantoneira perfil U de aço SAE 1020;
- Tensão de Escoamento: $\sigma_y = 210$ MPa;

- **Dimensões do perfil U**

- b = base
- h = altura
- t_b = espessura

• **Carga**

- Equipamentos: 1100 kg (800 kg da prensa + 300 kg do descaroador)
- Peso gravitacional = $9,81 \text{ m/s}^2$
- $P = 300 \times 9,81 = 2,943 \text{ kN}$
- Divide-se por dois, pois temos um apoio de cada lado: $P = 1,47 \text{ kN}$

b) Coeficiente de segurança (CS) do chassi

Para calcular o coeficiente de segurança do chassi é necessário determinar preliminarmente o dimensionamento do perfil U e em seguida calcula-se os momentos de inércia de cada retângulo de acordo com a teoria dos eixos paralelos (BEER et al., 2006).

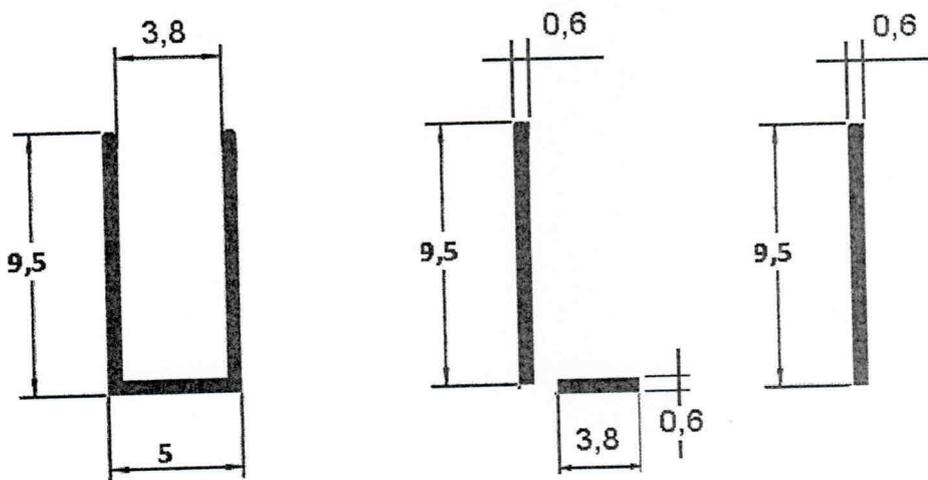


Figura 3.7. Diagrama do perfil U

• **Distância dos centróides do perfil U**

○ Centróide das laterais: $y_l = \frac{h}{2}$

Equação 3.7

○ Centróide da base: $y_b = \frac{t_b}{2}$

Equação 3.8

○ Centróide de seção: $y_g = \left[\frac{2 * (y_l * h_l) + (y_b * h_b * b_b)}{2 * (h_l * b_l) + (h_b * b_b)} \right]$

Equação 3.9



Em que:

y_l, h_l, b_l = centróide, a altura e a base das laterais, respectivamente

y_b, h_b, b_b = centróide, a altura e a base da base, respectivamente

Usando a teoria dos eixos paralelos (BEER et al., 2006) a seção em U foi dividida em 3 retângulos (dois nas laterais e um na base), então é feito um somatório dos momentos de inércia de cada retângulo de acordo com a teoria dos eixos paralelos.

- **Momento de inércia da seção**

$$I = \frac{b * h^3}{12} + b * h * d^2 \quad \text{Equação 3.10}$$

Em que:

b = base do retângulo

h = altura

d = distancia do centróide do retângulo destacado até o centróide da seção.

1. Dimensionamento à Flexão Pura (tensão de escoamento)

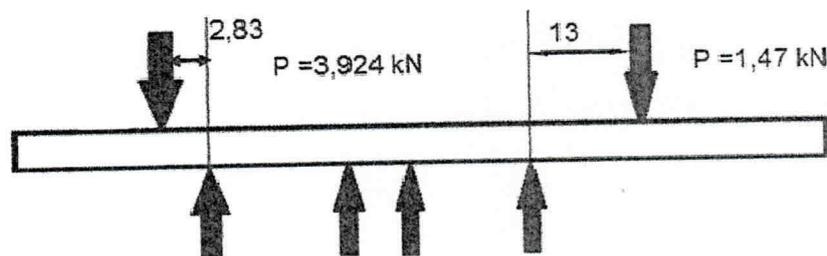


Figura 3.8. Diagrama de corpo livre do chassi

Inicialmente calculou-se o *momento fletor* (Equação 3.1) do descaroador e da prensa e observou-se que o ponto de maior tensão no chassi foi do descaroador. Então, assim, calculou-se a *tensão aplicada no ponto (flexão)*.

- **Tensão de flexão**

$$\sigma = \frac{M_f * y}{I} \quad \text{Equação 3.11}$$

Em que:

M_f = momento de fletor

y = é à distância do ponto ao centro de massa da seção

I = inércia da seção de perfil U

Desta forma, determina-se o Coeficiente de segurança:

$$CS = \frac{\sigma_y}{\sigma} \quad \text{Equação 3.12}$$

Em que:

σ_y = tensão de escoamento

σ = tensão aplicada de flexão

3.1.4. Funcionamento do conjunto descaroçador, prensa e reboque

O funcionamento do conjunto da máquina foi baseado nos seguintes mecanismos: processo de limpeza para alimentação e retirada das impurezas; descaroçamento para a separação da semente da fibra; prensa enfardadeira para formação do fardo e reboque para transportar o conjunto da máquina (Figura 3.6). O fluxograma do processo de funcionamento do conjunto da máquina é apresentado na Figura 3.7.

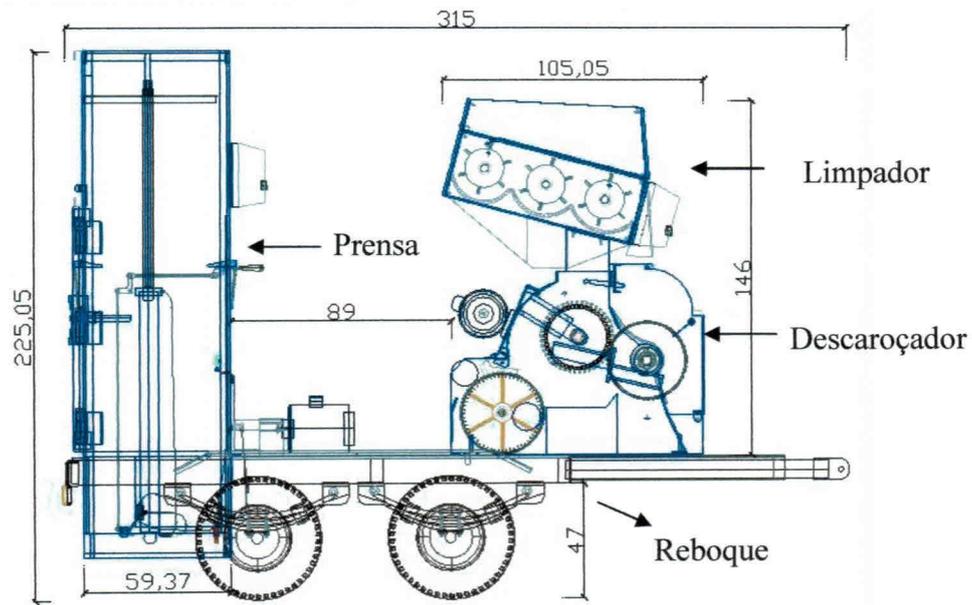


Figura 3.9. Representação esquemática do conjunto do equipamento desenvolvido

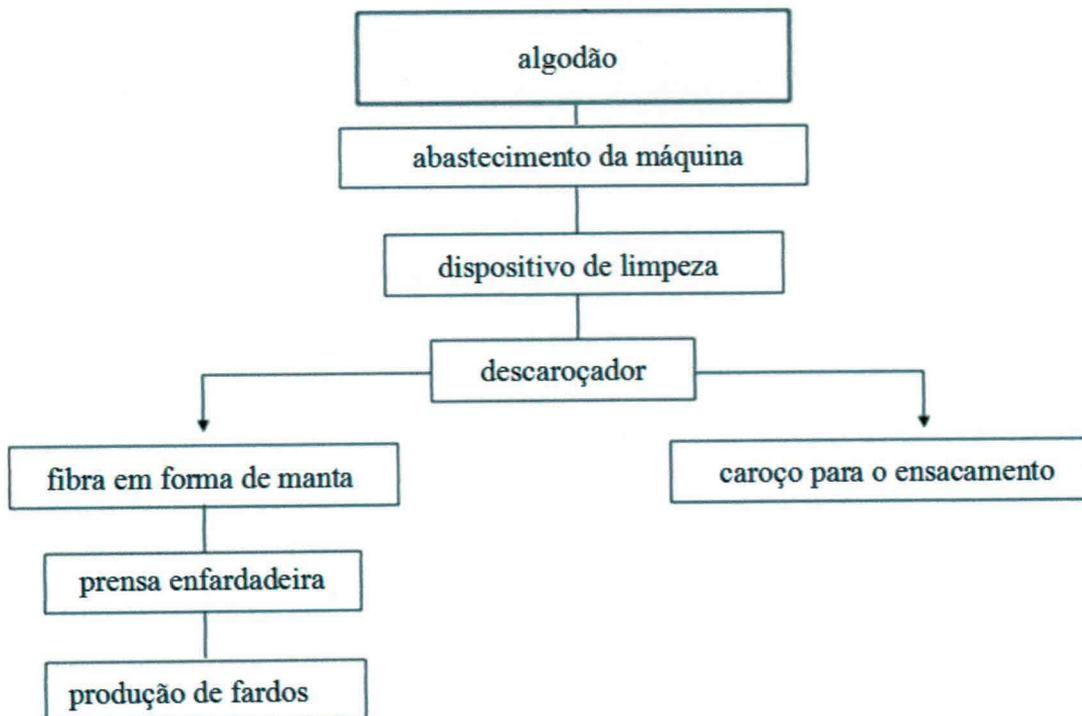


Figura 3.10. Esquema do processo de funcionamento do conjunto da máquina

3.2. Experimento II - Caracterização da máquina descaroçadora de 25 serras

3.2.1. Local

As análises físicas e fisiológicas das sementes e tecnológicas da fibra foram realizadas no Laboratório de Armazenamento e Pré-Processamento de Produtos Agrícola (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande e nos Laboratórios de Fibra, Sementes e Beneficiamento da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB.

3.2.2. Material utilizado

Foram utilizadas as cultivares BRS 187 8H e BRS Safira procedentes de campos experimentais da Embrapa Algodão, empregando-se 192 Kg de algodão em caroço por cultivar que foram beneficiados no descaroçador de 25 serras.

Antecedendo aos testes de beneficiamento, a descaroçadora foi avaliada estabelecendo-se, por meio de testes, a velocidade da máquina em função da polia em diferentes rotações; verificando o índice de descaroçamento com as diferentes rotações das serras de 11 $\frac{3}{4}$ " e 12 " e se existia diferença nessas serras com relação à produção. Depois de ajustada a descaroçadora determinou-se o tamanho da amostra (3 kg) para uma alimentação constante da máquina.

As diferentes rotações (500, 550, 600 e 650 rpm, respectivamente) foram obtidas por um inversor de frequência Marca WEG, modelo CFW-08 para variação da rotação do motor que aciona a máquina (Figura 3.8).

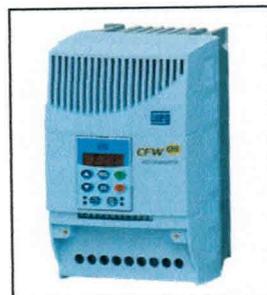


Figura 3.11. Inversor de frequência para alteração da rotação do motor.

3.2.3. Qualidade física e fisiológica das sementes

Após o descaroçamento e antes da implementação dos ensaios, realizou-se o deslincamento das sementes, empregando-se ácido sulfúrico comercial (65/66 Bé) sobre a massa de sementes a serem deslincadas, na proporção de 1 litro do ácido para 7 kg de sementes. Imediatamente, após a retirada das sementes do processo de deslincamento, foi feita uma lavagem em água corrente, e em seguida, procedeu-se a neutralização do ácido com hidróxido de cálcio (pH = 11) na proporção de uma parte (em peso) do neutralizador para 5 partes de sementes, durante 2 minutos. Após a neutralização as sementes foram submetidas a lavagens em água corrente por 3 minutos para eliminação do ácido e, em seguida, expostas à secagem natural. Depois desse procedimento realizaram-se as determinações e análises de: umidade, pureza física, percentagem de línter, danos mecânico, rendimento, germinação e vigor.

3.2.3.1. Rendimento da fibra

Após o descaroçamento, o rendimento da fibra e do caroço foi medido em percentual (%), por diferença. A produção de pluma se refere à massa da fibra menos a massa do caroço e vice-versa (MORESCO, 2003).

3.2.3.2. Determinação do teor de umidade

O teor de umidade das sementes foi determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas, utilizando-se quatro repetições para cada amostra de 10 g, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

$$\% \text{ Umidade} = \frac{(P - p)}{P - t} \times 100 \quad \text{Equação 3.13}$$

Em que:

P – massa inicial (massa do recipiente + massa da semente úmida) em g

p – massa final (massa do recipiente + massa da semente seca) em g

t – tara (massa do recipiente) em g

3.2.3.3. Análise de pureza

A pureza física das sementes no descaroçador de 25 serras foi obtida com quatro repetições de 350 g. Os testes foram realizados, separando-se as sementes puras das impuras, obtendo-se a porcentagem de pureza pela relação entre a massa das sementes puras e a massa total da amostra (BRASIL, 2009).

$$P_z = 100 \left[1 - \frac{m_i}{m_m} \right] \quad \text{Equação 3.14}$$

Em que:

P_z - pureza física de sementes, %

m_i - massa de impureza, g

m_m - massa total da amostra, g

3.2.3.4. Percentagem de línter

Após o descaroçamento, duas amostras de 25 g cada foram utilizadas para o conhecimento da percentagem de línter. As sementes, depois de deslindadas, foram secas a secagem natural e o cálculo da percentagem de línter se deu pela diferença de massa entre a amostra deslindada e a não deslindada.

3.2.3.6. Danos mecânicos

Os danos foram avaliados visualmente com o auxílio de um microscópio em uma amostra tomada aleatoriamente de 200 sementes sem línter (quatro repetições de 50), com massa de aproximadamente 10 gramas, correspondendo ao tratamento em que cada semente foi examinada individualmente, tendo estes sido classificados em danos leves (Figura 3.9).

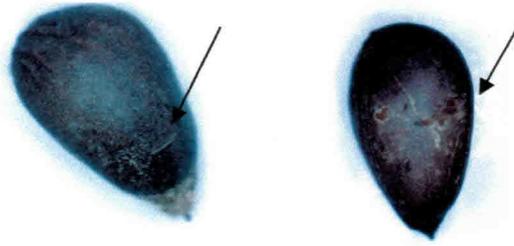


Figura 3.12. Danos leves na semente de algodão

Calculou-se a porcentagem dos danos mecânicos através:

$$\%D = 100 \frac{d}{d+i} \quad \text{Equação 3.15}$$

Em que:

$\%D$ – percentual de danos mecânico, %

d - número de sementes com danos mecânicos, g

i - número de sementes integras, g

3.2.3.7. Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), conduzido com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em substrato de papel *germitest* umedecidos com água destilada, na proporção de três vezes o peso do papel seco, organizados em forma de rolos e mantidos em recipientes plásticos, na posição de 45° em relação a vertical. A incubação se deu em germinadores tipo B.O.D. à temperatura de 25°C . As contagens foram realizadas aos quatro e doze dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.3.8. Vigor

Utilizou-se como teste de vigor a primeira contagem da germinação e o comprimento de plântulas.

3.2.3.8.1. Primeira contagem do teste de germinação

Foi realizada a primeira contagem, conjuntamente com o teste de germinação, registrando-se a percentagem de plântulas normais, obtidas no quarto dia após início de semeadura, seguindo as recomendações de Brasil (2009).

3.2.3.8.2 Comprimento de plântula

Este teste foi realizado com quatro repetições de 10 sementes por tratamento, semeadas sobre duas folhas de papel *germitest* a 1/3 de altura destas. Estas sementes foram cobertas, posteriormente, por uma terceira folha de papel, previamente umedecida em água destilada, conforme os procedimentos descritos por Vieira et al. (1994). As medições da plântula (radícula + hipocótilo) se deram com régua milimetrada no quarto dia depois da semeadura.

3.2.4. Características tecnológicas da fibra

Avaliaram-se as nove principais características tecnológicas da fibra, dos algodões trabalhados, empregando-se as recomendações contidas nas normas internacionais para análise de fibras, em instrumentos de alto volume (USTER, 2008).

Previamente aos ensaios físicos, as amostras foram aclimatadas em atmosfera controlada de laboratório (20 °C e 65 % U.R) por um período de 24 horas para obtenção de seu equilíbrio higroscópico. Após esse procedimento, as amostras foram ensaiadas no instrumento *Uster® HVI (High Volume Instruments)* modelo 1000 M700 Classing, acompanhado de um *Neptester 720*. As médias obtidas foram comparadas com os padrões estabelecidos pela Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis (Fundação Blumenauense... 2008), conforme se descrevem a continuação:

a) Micronaire ($\mu\text{g} / \text{pol}^2$)

Representa a resistência da fibra à passagem de ar em um chumaço de algodão sob condições prescritas nas normas NBR 11913-91 e ASTM D 1448-90, medida no HVI. O resultado na escala micronaire é indicado em microgramas por polegada ao



quadrado, e as médias obtidas foram comparadas com os padrões estabelecidos pela ASTM D 1448-90 (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Classificação de Micronaire (MIC)

Categorias	Micronaire ($\mu\text{g} / \text{pol}^2$)
Muito fina	< de 3,0
Fina	3,0 a 3,9
Média	4,0 a 4,9
Grossa	5,0 a 5,9
Muito grossa	> de 5,9

b) Comprimento (mm)

O comprimento foi medido no HVI e representa a média da metade superior das fibras, distribuídas ao acaso em um pente ou pinça especial e medidas em milímetros (Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Classificação do comprimento da fibra do algodão (CPM)

Categoria	Comprimento de fibra	
	CPM (mm)	Comercial (mm)
Curta	Abaixo de 25,1	Abaixo de 28
Longa	27,0 a 28,8	32 a 34
Média	30,6 a 32,0	30 a 32
Muito longa	Acima de 32,1	Acima de 36

c) Índice de fibras curtas (%)

Foi determinado o índice de fibras curtas no HVI pela proporção em percentagem de Fibras Curtas pelo Peso (w) com comprimento inferior a 12,7 mm existente na amostra de algodão. As médias foram obtidas comparando-se os padrões contidos na ASTM D 1448-90 (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Classificação do índice de fibras curtas (IFC)

Categorias	Índice de fibras curtas (w)
	%
Muito Baixa	< de 6
Baixa	6 a 9
Média	10 a 13
Alta	14 a 17
Muito Alta	> de 17

d) Índice de uniformidade (%)

Obtido no HVI pela uniformidade de distribuição dos comprimentos dados pela expressão: comprimento médio (CM)/comprimento (CPM) x 100 = IU% (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Classificação do índice de uniformidade (IU)

Categorias	Índice de uniformidade
	IU %
Muito Irregular	< de 77 %
Irregular	77 a 79
Média	80 a 82
Uniforme	83 a 85
Muito Uniforme	> de 85

e) Resistência à ruptura (gf/tex)

Medida no HVI pela tenacidade das fibras de algodão dispostas paralelamente em um feixe laminar de fibras que, em grama, representa a resistência da fibra requerida para romper um feixe de fibras em tex equivalente à massa, em gramas de 1000 m de fibra (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Classificação de resistência (RST)

Categorias	Resistência a ruptura (gf/tex)
Fraca	< de 23
Intermediária	24 a 25
Média	26 a 28
Resistente	29 a 30
Muito Resistente	> de 31

f) Alongamento (%)

Analisado a variável alongamento no HVI pelo estiramento das fibras até o ponto de rompimento, o que permite registrar a curva de carga do alongamento, que é determinado a partir de 3,175 mm de comprimento, significando que 3,175 mm correspondem a 100% e um alongamento de 1% se refere ao alongamento das fibras, de 0,032 mm (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 - Classificação do alongamento (ALG)

Categorias	Alongamento (%)
Muito Baixa	< de 5,0
Baixa	5,0 a 5,8
Média	5,9 a 6,7
Alta	6,8 a 7,0
Muito Alta	> de 7,0

g) Índice de maturidade (%)

O índice de maturidade é um valor relativo calculado usando um algoritmo sofisticado que inclui as medições do HVI de micronaire, resistência e alongamento. Ele indica o grau de espessura da parede secundária numa amostra de algodão. As médias foram obtidas comparando-se com os padrões estabelecidos pelas normas: NBR 13155-94, ISO 10306 e ASTM D 3818-84. (Tabela 3.7),

Tabela 3.7 - Classificação do índice de maturidade (MAT)

Categorias	Índice de maturidade
Incomum	Abaixo de 0,70
Imatura	0,70 a 0,85
Madura	0,86 e 1,00
Muito madura	Acima de 1,00

h) Índice de fiabilidade

O índice de fiabilidade fornecido pelo HVI foi obtido por meio de correlação múltipla mediante a fórmula abaixo. E representa uma característica da resistência dos fios, em especial de fios a rotor, *open end* (método de capacidade produtiva de fiação) que depende essencialmente da tenacidade das fibras individuais (Tabela 3.8)

Tabela 3.8 - Classificação do índice de fiabilidade (IF)

Categorias	Índice de fiabilidade
Muito baixo	Abaixo 1750
Baixo	1750 a 2000
Média	2000 a 2250
Alto	2250 a 2500
Muito alto	Acima de 2500

Formula: $IF = - 8327.5 + 53.705 \times CPM + 103 \times IU + 58.4 \times RST - 215.7 \times MIC$

Em que:

CPM - Comprimento da fibra

IU - Índice de uniformidade

RST - Resistência

MIC – Micronaire

i) Número de neps (NN)

A determinação do número de neps foi, efetuada, no equipamento Neptester 730 da Zellweger Uster. As médias foram obtidas comparando-se com os padrões estabelecidos pela norma: ASTM D 5866-95

Tabela 3.9 - Classificação do número de neps (NN)

Categorias	Número de neps (neps/g)
Muito Bom	< de 100
Bom	100 a 150
Médio	150 a 250
Alto	> de 250

3.2.5. Delineamento experimental

O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 2 x 2 x 4), de duas cultivares de algodão (BRS 187 8H e BRS Safira), dois tipos de serras (11 ¾" e 12"), dois processo de limpeza (com e sem limpador) e quatro rotações (500, 550, 600 e 650 rpm) com quatro repetições.

3.3. Experimento III - Avaliação do descaroçador de 25 serras em comparação com o de descaroçador de 50 serras

3.3.1 Local

Foram analisadas as características tecnológicas da fibra e fisiológicas das sementes no Laboratório de Armazenamento e Pré-Processamento de Produtos Agrícola (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande e nos Laboratórios de Fibra, Sementes e Beneficiamento da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB.

3.3.2 Material utilizado

Depois da colheita, 192 Kg de algodão em caroço de cada uma das cultivares, BRS Aroeira e BRS Safira, procedente de campos experimentais da Embrapa Algodão, foram beneficiados nos descaroçadores de 25 e 50 serras para o conhecimento das características tecnológicas da fibra e da qualidade das sementes (germinação, vigor, pureza física, percentagem de línter e danos mecânicos).

3.3.3. Delineamento experimental

O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 2), correspondente a cultivares de algodão (BRS Aroeira e BRS Safira) e duas máquinas (descaroçador de 25 serras e descaroçador de 50 serras) com quatro repetições.



3.4. Experimento IV - Validação do conjunto descaroçador, prensa e reboque junto aos produtores da agricultura família

3.4.1. Local

A metodologia utilizada foi a de questionário (ANEXO), em que este foi aplicado junto aos cotonicultores da agricultura familiar, que fizeram uso do conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque no beneficiamento do algodão no município de Prata, PB.

3.4.2. Material utilizado

A cultivar beneficiada foi a BRS Aroeira procedente de campos experimentais de cooperados da Embrapa Algodão. Após o beneficiamento e o enfardamento do algodão em caroço de cada produtor, aplicou-se um questionário (ANEXO) contendo 15 itens numa escala de um a quatro aos treze produtores que fizeram uso do conjunto no beneficiamento do algodão em suas propriedades.

3.4.3. Delineamento experimental

Foi determinada uma análise descritiva dos dados, onde realizou-se a descrição das frequências de respostas obtidas nas variáveis do questionário (Tabela 7.7 em anexo), sendo a apresentação dos resultados obtidos em um conjunto de tabelas representativas dos resultados (Tabela 4.9 e 4.10).

3.5. Análise estatística

Os dados obtidos para caracterização do descaroçador de 25 serras e para a comparação dos descaroçadores foram analisados no software ASSISTAT 7.2 e, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Os dados referentes ao questionário foram organizados em uma planilha EXCEL e os resultados obtidos com a utilização do software estatística SPSS versão 15.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento das partes do conjunto: descaroçador, prensa e reboque

A caixa acumuladora ou reservatório tem a finalidade de receber o algodão em caroço para o beneficiamento, sendo esta anexada a um limpador (Figura 4.1) dotado de três cilindros batedores de rolo com pinos e grelhas, desenvolvidos para remover as impurezas grandes, médias e pequenas, tais como brácteas, ramos, pedras, areia e folhas, das fibras do algodão no momento do processo de descaroçamento. Cada cilindro é disposto de forma horizontal e o conjunto apresenta uma inclinação de aproximadamente 35°, ele é acionado por meio de correias em V, possuindo uma calha de descarga dos materiais indesejáveis e esticadores de correias individuais e portas de acesso para fácil manutenção.

Na Figura 4.1 é apresentado o descaroçador de 25 serras, composto das seguintes partes principais: as serras são distribuídas em um eixo central espaçadas com distanciamento uniforme por meio de separadores e um conjunto de costelas ordenadas equidistantes em um dispositivo denominado suporte de sustentação, que é preso ao chassi de sustentação. No processo de descaroçamento é necessário que o suporte de sustentação das costelas (Figura 4.8) se sobreponha às costelas até uma profundidade ideal nas serras, formando uma câmara para o descaroçamento, que é um compartimento que forma um cilindro de algodão em caroço por meio do conjunto de serras e costelas, em que na parte inferior dessa câmara é preso um dispositivo de regulagem (pente) que regula a permanência das sementes junto às serras até a extração das fibras. Na parte posterior do cilindro de serras, é anexado um cilindro de escovas que trabalha junto ao cilindro das serras com uma maior velocidade para retirada da fibra contida nos dentes das serras. Na parte traseira, foi colocado um condensador formado por um cilindro de tela de arame galvanizado de baixa rotação e um cilindro de rolo, para, respectivamente, realizarem a retenção, aglutinação e remoção da pluma fazendo com que a mesma saia no formato de uma manta. Além dos dispositivos, o acionamento do equipamento é feito por um motor trifásico com 3 cv de potência, com quatro pólos, chave de acionamento, polias e correias para a transmissão do movimento dos dispositivos mencionados.



Figura 4.1. Foto do limpador e descaroçador de 25 serras

A prensa enfardadeira foi construída em chapas e cantoneiras de aço, dotada de um sistema hidráulico, que é acionado por uma bomba de engrenagens para fluido hidráulico, a qual é injetada em dois cilindros com pistões colocados nas laterais da caixa de prensagem, constituídos de um embolo e camisa, que de forma conjunta, acionam uma chapa, móvel (superior) da caixa de prensagem, juntamente com outra chapa fixa na parte inferior para a produção do fardo, além de uma porta com abertura na parte traseira com fechos mecânicos para a retirada do fardo. Para o acionamento, utilizou-se um motor elétrico, chave de acionamento, manômetro e válvula de alívio (Figura 4.2).



Figura 4.2. Foto da prensa enfardadeira

A prensa e o descarçador foram acoplados em um reboque, constituído por um chassi confeccionado em cantoneiras U, e neles foram colocados dois eixos dotados de quatro rodas pneumáticas para suportar e transportar o conjunto beneficiador. Aos eixos foram anexas as molas planas para o amortecimento do peso em razão das oscilações do terreno. Inserido ao chassi foi colocada uma chapa de ferro e o dispositivo para o atrelamento do reboque a fonte de tração (Figura 4.3).

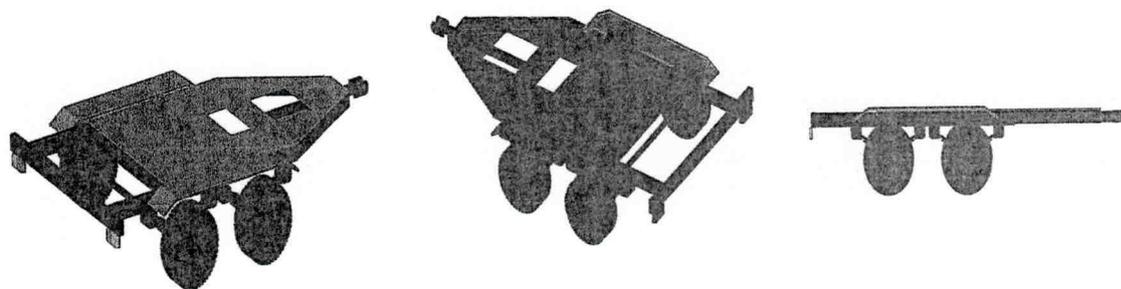


Figura 4.3. Esquema básico do reboque transportador do descarçador e prensa enfardadeira

4.2. Dimensionamento do eixo e chassi do reboque

Os reboques, assim como os veículos que trafegam em rodovias, possuem incorporada a sua estrutura, elementos destinados a minimizar os efeitos das solicitações transmitidas pelo solo ao longo da sua vida útil. Tais elementos, dimensionados adequadamente, devem garantir além da resistência da estrutura, conforto e segurança ao usuário. Neste estudo, foi dimensionado o coeficiente de segurança do reboque referente ao eixo e chassi. O coeficiente de segurança implica na existência das funções solicitação e resistência, estando relacionada ao nível de segurança do equipamento.

4.2.1. Cálculo do coeficiente de segurança (CS) do eixo

O eixo sofre flexão devido ao peso de todo reboque, como ele trabalha em rotação, essa carga varia a cada volta. Com isso, o eixo sofrerá por fadiga, além do risco de falhar por escoamento devido à flexão pura.

a) Dimensionamento à flexão pura

- Cálculo do momento fletor: $M_f = d * P = 0,250 * 4,341 = 1,08 kN.m$
- Cálculo da tensão de flexão pura

$$\sigma_f = \frac{32 * M_f * d_e}{\pi (d_e^4 - d_i^4)} = \frac{32 * 1,08 * 0,06}{3,14 (0,06^4 - 0,048^4)} = 86,31 MPa$$

- Cálculo do coeficiente de segurança: $CS = \frac{\sigma_e}{\sigma_f} = \frac{300}{86,31} = 3,48$

b) Dimensionamento à fadiga

- Cálculo de resistência à fadiga do material

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e = 0,8 * 0,94 * 1 * 1 * 1 * 352,8 = 265,3 MPa$$

- Cálculo do coeficiente de segurança: $CS = \frac{S_e}{\sigma_f} = \frac{265,3}{86,31} = 3,07$

Pelo critério de *dimensionamento por flexão* o resultado encontrado do coeficiente de segurança foi 3,48 e pelo *dimensionamento por fadiga*, o resultado do coeficiente de segurança foi 3,07.

Dessa maneira, a partir dos dados utilizados, o eixo foi construído com um elevado valor de segurança suportando 3,48 e 3,07 vezes os valores de flexão e fadiga, respectivamente, o que significa dizer que o eixo do equipamento apresenta resistência para trabalhar em qualquer situação normal na sua operação.

4.2.2. Cálculo do coeficiente de segurança (CS) do chassi

A estrutura do chassi está sujeita à flexão devido ao peso do descaroador e da prensa. Então, primeiramente, devem-se identificar os momentos gerados pelo peso de

cada equipamento, e verificar qual é o maior, com isso, se descobre onde está localizado o ponto de maior tensão no chassi.

a) Dimensionamento do perfil U

- Cálculo das distâncias dos centróides

- Centróide das laterais: $y_l = \frac{h}{2} = \frac{0,095}{2} = 0,0475 \text{ m}$

- Centróide da base: $y_b = \frac{t_b}{2} = \frac{0,006}{2} = 0,003 \text{ m}$

- Centróide de seção: $y_g = \left[\frac{2 * (y_l * h_l) + (y_b * h_b * b_b)}{2 * (h_l * b_l) + (h_b * b_b)} \right]$

$$= \left[\frac{2 * (0,0475 * 0,095 * 0,006) + (0,003 * 0,006 * 0,038)}{2 * (0,095 * 0,006) + (0,006 * 0,038)} \right] = 0,04 \text{ m}$$

- Cálculo do momento de inércia da seção

$$I = \frac{b * h^3}{12} + b * h * d^2$$

$$I = \left[2 * \left(\frac{0,006 * (0,095)^3}{12} + 0,006 * 0,095 * (0,0475 - 0,04)^2 \right) + \left(\frac{0,038 * (0,006)^3}{12} + 0,038 * 0,006 * (0,003 - 0,04)^2 \right) \right]$$

$$I = 12,35 * 10^{-7} \text{ m}^4$$

b) Dimensionamento à flexão pura

- Cálculo do momento fletor do descarçador

$$M_f = d * P = 0,13 * 1470 = 191 \text{ N.m}$$

- Cálculo do momento fletor da prensa

$$M_f = d * P = 0,0283 * 3924 = 111 \text{ N.m}$$

Portanto o maior momento calculado é o gerado pelo peso do descaroador em cima do apoio mais próximo.

- Cálculo da tensão aplicada no ponto (flexão)

$$\sigma = \frac{M_f * y}{I} = \frac{191 * 0,045}{1,235 * 10^{-6}} = 8,51 \text{ MPa}$$

- Cálculo do coeficiente de segurança: $CS = \frac{\sigma_y}{\sigma} = \frac{210}{8,51} = 24,7$

Pelo critério de *dimensionamento por flexão* o resultado encontrado para o coeficiente de segurança foi 24,7. Ou seja, o material suporta uma tensão 24,7 vezes maior do que a que está sendo aplicada. Dessa maneira, a partir dos dados utilizados, a estrutura do chassi não falhará devido à flexão.

4.3. Sequências e resultados das etapas de desenvolvimento do descaroador de 25 serras

Confeccionada à máquina descaroadora, acoplou-se um reservatório para alimentação do algodão em caroço que, depois de testes com diversos algodões, verificou-se a necessidade de se desenvolver um equipamento para a alimentação da máquina, além da limpeza do algodão em caroço (Figura 4.4).



Figura 4.4. Foto do limpador de alimentação manual

O chassi de sustentação do descarçador é uma das partes mais importantes desta máquina por permitir sustentação aos cilindros, serras, escovas, rolos e condensador. Para a obtenção do descarçador na sua versão final, foi necessário corrigir as bases de sustentação dos mancais do rolo de serra, devido ao seu ângulo de ataque não permitir regulagens, defeito que foi identificado após testes preliminares. Assim, as bases dos mancais foram reduzidas de 50 mm para 30 mm, possibilitando mais opções de regulagem para mudança do ângulo de ataque (Figura 4.5).

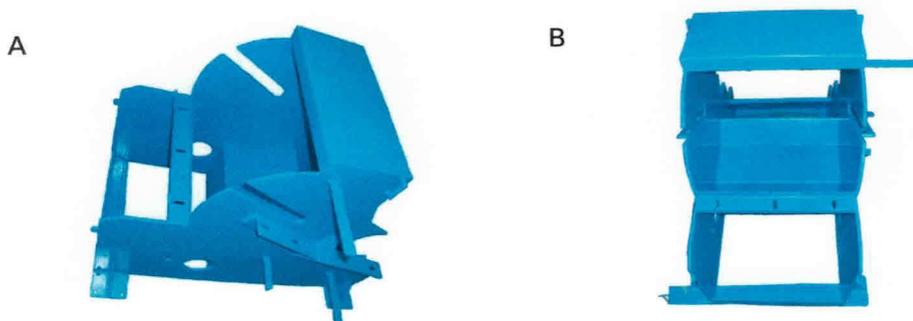


Figura 4.5. Foto lateral (A) e frontal (B) do chassi de sustentação do descarçador

Para viabilizar o descarçamento com eficiência anexou-se ao chassi de sustentação um dispositivo denominado suporte de sustentação das costelas as quais foram colocadas 26 costelas espaçadas de 2 mm entre elas para as serras trabalharem em conjunto (Figura 4.6).

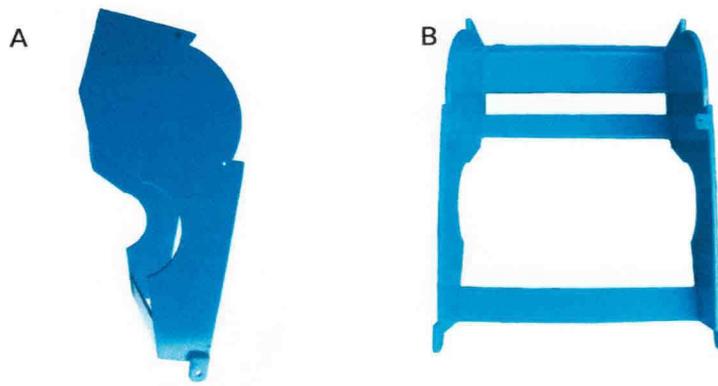


Figura 4.6. Foto lateral (A) e frontal (B) do suporte de sustentação das costelas da máquina descaroçadora

A separação da fibra do caroço do algodão é feita pelo conjunto de serras, costelas e dispositivo de regulagem (pente) da descaroçadora.

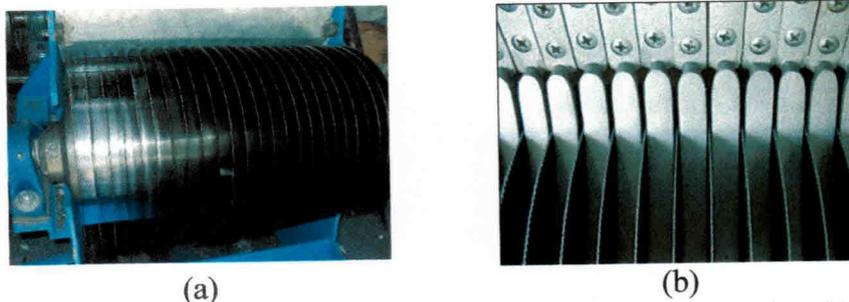


Figura 4.7. Foto do cilindro de serras (a); conjunto de costelas (b).

Testaram-se serras de 11 $\frac{3}{4}$ " e 12" com ângulo dos dentes das serras de 30 ° e 28 °, respectivamente. Escolheu-se para compor a versão final do equipamento a serra de 12" com ângulo 28° devido ao rendimento de produção de fibra, sua qualidade tecnológica, assim como a qualidade física e fisiológica da semente (Figura 4.7 a).

Quanto às costelas que operam em conjunto com as serras (Figura 4.7 b) estas condicionam o rendimento e tem influência sobre a separação (fibra e caroço). No entanto, o bom funcionamento das costelas depende de uma boa regulagem. Esta regulagem é dupla (Figura 4.8), onde o número 1 refere-se a altura do ponto de beneficiamento (distância entre a ponta dos dentes e a coroa das costelas) e o 2 a penetração das costelas nas serras, pois quanto maior for a penetração das costelas nas serras, maior será a capacidade de beneficiamento (MANUAL..., 2010). Isto é, quando a ponta do dente da serra chega primeiro na altura do ponto de beneficiamento, obtém-se fibra menos danificada, porém, quando o dente da serra não está com a inclinação

correta, as serras chegam ao ponto de beneficiamento de forma mais agressiva, ocasionando danos à fibra.

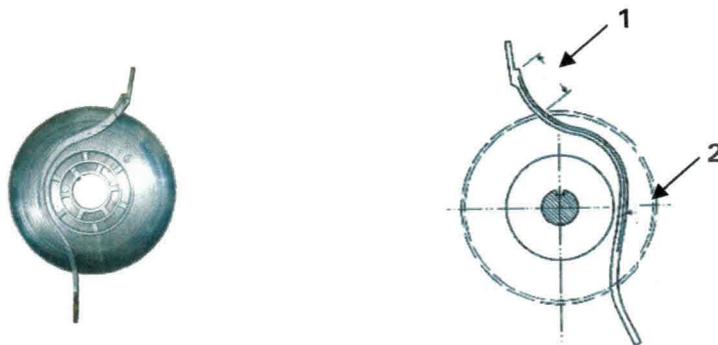


Figura 4.8. Foto do conjunto: serra, costela e separador

O dispositivo denominado “pente” tem a função de regular a ação das serras sobre as sementes, deixando com mais ou menos quantidade de línter. No caso desse estudo optou-se pela posição mediana, que é a forma usual no processo de beneficiamento (Figura 4.9).

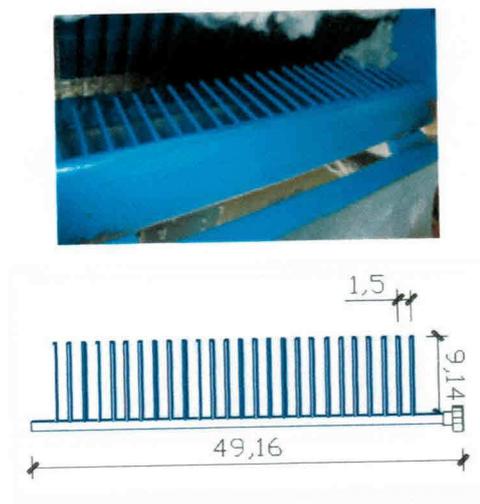


Figura 4.9. Foto dispositivo de regulagem (pente)

O cilindro de escovas (Figura 4.10) faz a retirada da fibra contida nos dentes das serras, devido ao sentido de sua rotação ser contrário ao cilindro de serras, além de sua rotação ser superior. Essas escovas devem ser examinadas periodicamente e substituídas, caso seja detectada desgaste, pois do contrário, ocorrerá excessiva vibração e danos nos mancais de rolamento os quais são dispositivos responsáveis pela sustentação dos eixos.

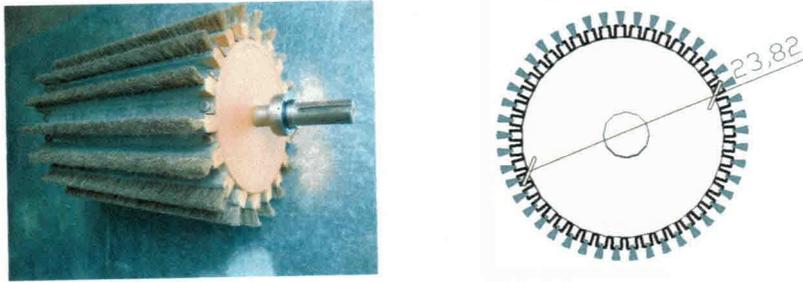


Figura 4.10. Foto e vista frontal e lateral do eixo do cilindro de escovas

O condensador é um cilindro constituído de tela de arame galvanizado e sua função é atuar na remoção e aglutinação da fibra fazendo com que a mesma se aglutine em formato de manta devido ao movimento do cilindro de rolo (Figura 4.11) que trabalha em baixa rotação. A velocidade do condensador foi ajustada à capacidade do descaroçamento para a formação de uma manta macia e sólida.



Figura 4.11. Foto e vista frontal do cilindro de tela e rolo

4.4. Funcionamento do descaroçador de 25 serras

O processo de beneficiamento no descaroçador de 25 serras inicia-se após o equipamento entrar em funcionamento, quando se coloca o algodão em caroço no reservatório denominado limpador com alimentação manual. Em seguida, o algodão passa no limpador formado por pinos e grelhas, onde é feita a separação das impurezas (Figura 4.12 a e b). Depois dessa operação, o algodão segue para o descaroçamento realizado pelas serras e costelas (Figura 4.12 c), onde os dentes das serras liberam as sementes entre elas, sendo formado um cilindro de algodão na câmara de descaroçamento devido às serras trabalharem em rotação contrária a este. Feita a separação da fibra das sementes, estas passam pelo dispositivo de regulagem e são conduzidos para fora do descaroçador (Figura 4.12 d). As fibras arrastadas pelo cilindro

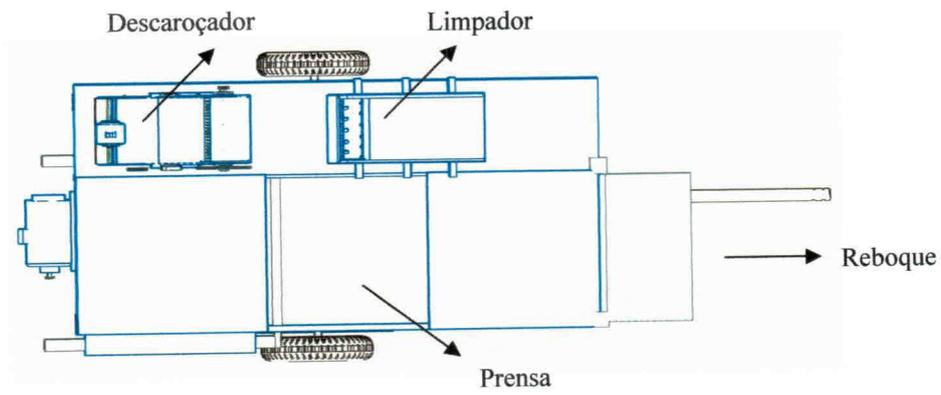
de escovas para o condensador (Figura 4.12 e) são aglutinadas formando uma manta (Figura 4.12 f).



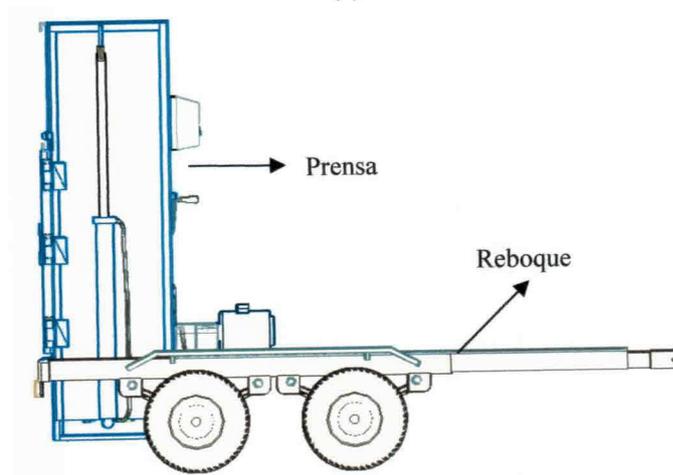
Figura 4.12. Fotos dos principais componentes do descaroador de 25 serras seqüenciando o seu funcionamento

4.5. Desenvolvimento da prensa enfardadeira

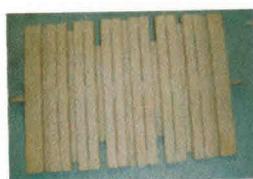
Inicialmente a prensa foi dimensionada em formato horizontal e acoplada ao chassi do reboque, conforme Figura 4.13 a. Entretanto, após testes preliminares, constatou-se que ela não apresentava rendimentos satisfatórios devido a dificuldades para a amarração e descarregamento dos fardos que demandava muito tempo e não apresentava praticidade, razão pela qual a prensa foi redesenhada para trabalhar verticalmente (Figura 4.13 b). Os principais componentes são: chapa de prensagem, cilindros hidráulicos, bomba hidráulica, válvula de controle de acionamento dos cilindros hidráulicos, dispositivos de filtragem do óleo hidráulico e manômetro para controle da pressão do óleo hidráulico (Figura 4.13 c)



(a)



(b)



chapa de prensagem



cilindros hidráulicos



bomba hidráulica



válvula de controle



filtro de óleo



Manômetro

(c)

Figura 4.13. Vista superior (a) da primeira versão da prensa enfardadeira; lateral (b) da versão final e os principais componentes da prensa enfardadeira (c)

4.6. Funcionamento da prensa enfardadeira

A alimentação da prensa enfardadeira é feita manualmente, utilizando a fibra produzida na operação de descaroçamento que é depositada na caixa de armazenamento até o enchimento completo depois a fibra é compactada acionando-se o dispositivo de prensagem (Figura 4.14 a), operação esta que se repete de seis a oito vezes até formar o fardo com peso em torno de 80 kg, porém, o mesmo pode variar de acordo com a quantidade de algodão. Em seguida abre-se a porta da enfardadeira para se proceder a amarração do fardo com seis fios de arame (Figura 4.14 b), separados especialmente para esse fim. A retirada do fardo é feita por meio de duas correntes acionadas pelo sistema hidráulico da prensa, logo após essa operação o fardo é pesado e identificado (Figura 4.14 c, d).



a) alimentação e prensagem



b) amarração do fardo



d) fardo conduzido para pesagem



e) identificação do fardo

Figura 4.14. Fotos sequenciando a formação do fardo de algodão pela prensa enfardadeira.

4.7. Conjunto descaroçador e prensa enfardadeira itinerante

Na Figura 4.15 é apresentado o conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque no seu estágio final de desenvolvimento. O equipamento visa atender às necessidades, especialmente dos cotonicultores da agricultura familiar de algodão com flexibilidade de deslocamento itinerário para diferentes propriedades e associações de pequenos produtores.



Figura 4.15. Foto da configuração final do conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque.

4.8. Caracterização do descaroçador em função das características tecnológicas da fibra do algodão

A Tabela 7.1. (ANEXO) contém o resumo da análise de variância de nove características tecnológicas da fibra de duas cultivares de algodão (BRS 187 8H e BRS Safira), beneficiadas no descaroçador de 25 serras, em que observa-se efeito significativo de todas as variáveis para o fator cultivar e não significativo para os fatores rotação e tipos de serra. A porcentagem de fibras apresenta diferenças significativas para os processos de limpeza.

Para tipos de serras verificou-se efeito significativo, a exceção de comprimento e uniformidade para todas as demais variáveis. Com relação às interações duplas

observa-se, para cultivares com tipos de serras, significância estatística para sete das nove variáveis, sendo as não significativas foram uniformidade, índice de fibras curtas. Para a interação processo de limpeza com tipos de serras significância para seis das nove variáveis estudadas.

Mediante os resultados da Tabela 4.1 verifica-se que a cultivar BRS 187 8H apresentou superioridade quanto às características tecnológicas da fibra comprimento, índice de fiabilidade e resistência à ruptura, em ambas as serras, frente a cultivar BRS Safira. O comprimento de fibra tem grande importância no limite do índice de fiabilidade e na regularidade da distribuição das fibras no fio, e tem efeito direto na resistência do fio (USTER, 2008) Estes resultados revelam a diferença genética entre as duas cultivares e se encontram de acordo com os obtidos por Beltrão e Santana (2002) ao afirmarem que o algodão colorido, cultivar BRS 200 Marrom, apresenta inferioridade em todas as características de fibra, quando comparadas as demais cultivares de algodão branco herbáceo. Com relação às serras, o tipo e sua regulação não exercem influência sobre estas características, o que, em parte, encontra-se de acordo com as afirmações de Silva et al. (2002) e Patil e Patil (2010), segundo os quais o processo de beneficiamento não afeta, de forma consistente, essas características da fibra.



Tabela 4.1 Valores médios das características tecnológicas da fibra de algodão, para as interações cultivares e processos de limpeza com tipos de serra. Campina Grande, PB.

Fatores	Variáveis					
	Comprimento (mm)		Micronaire ($\mu\text{g} / \text{pol}^2$)		Maturidade (%)	
Cultivares	11 $\frac{3}{4}$ "	12"	11 $\frac{3}{4}$ "	12"	11 $\frac{3}{4}$ "	12"
a. BRS 8H	29,32 aA	29,43 aA	4,07 bA	4,07 bA	85,59 bA	85,75 bA
b. BRS Safira	25,37 bA	25,19 bB	4,92 aA	4,63 aB	88,00 aA	86,97 aB
Processo de Limpeza	11 $\frac{3}{4}$ "	12"	11 $\frac{3}{4}$ "	12"	11 $\frac{3}{4}$ "	12"
a. Com Limpador	27,28 aA	27,39 aA	4,52 aA	4,28 bB	86,94 aA	86,12 bB
b. Sem Limpador	27,41 aA	27,22 aB	4,47 aA	4,42 aA	86,66aA	86,59 aA
DMS Coluna:	0,18		0,12		0,33	
DMS Linha:	0,18		0,12		0,33	
	Índice de fiabilidade		Resistência (gf/tex)		Alongamento (%)	
Cultivares	11 $\frac{3}{4}$ "	12"	11 $\frac{3}{4}$ "	12"	11 $\frac{3}{4}$ "	12"
a. BRS 8H	2459,16 aA	2453,94 aA	28,19 aA	27,99 aA	6,17 aA	5,99 aB
b. BRS Safira	1520,00 bB	1647,28 bA	23,37 bB	25,22 bA	5,50 bB	5,96 aA
DMS Coluna:	64,77		0,43		0,14	
DMS Linha:	64,77		0,43		0,14	
	Índice de fiabilidade		Uniformidade (%)		Índice de fibras curtas (%)	
Processo de Limpeza	11 $\frac{3}{4}$ "	12"	11 $\frac{3}{4}$ "	12"	11 $\frac{3}{4}$ "	12"
a. Com Limpador	1950,97 bB	2086,78 aA	80,516 bA	80,68 aA	8,27 aA	7,61 bA
b. Sem Limpador	2028,19 aA	2014,44bA	80,894 aA	80,40 aB	6,97 bB	9,34 aA
DMS Coluna:	64,77		0,34		1,18	
DMS Linha:	64,77		0,34		1,18	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação às variáveis micronaire e maturidade, a cultivar BRS Safira apresentou valores estatisticamente maiores ao da BRS 187 8H. O micronaire, que considera tanto a finura quanto a maturidade é classificado como elevado na cultivar BRS Safira e, para a maturidade, em ambas as cultivares, quanto à classificação se enquadram na categoria madura (FUNDAÇÃO BLUMENAUENSE...2008).

Com relação à característica alongamento à ruptura, que permite verificar a elasticidade à tração de um material têxtil, observa-se que a cultivar BRS 187 8H apresenta fibras significativamente mais alongadas na serra de 11 $\frac{3}{4}$ ".

Observou-se também que houve interação entre os tipos de serras e as cultivares, em relação às variáveis comprimento, micronaire, maturidade, fiabilidade, resistência, e alongamento. O beneficiamento com a serra de 11 $\frac{3}{4}$ " foi superior ao da serra de 12" na cultivar BRS Safira para as variáveis comprimento, micronaire, maturidade, e efeito contrário ocorreu nas variáveis índice de fiabilidade, resistência e alongamento à ruptura. Esses resultados podem estar relacionados ao movimento de giros que as sementes recebem pelas serras, podendo estas causar tanto o corte quanto a quebra da

fibra devido ao movimento das sementes ou formar um cilindro de algodão (HOLT e LAIRD, 2008); entretanto, para quase todas as características da fibra, com exceção do alongamento, as serras não afetaram a qualidade tecnológica da fibra proveniente da cultivar BRS 187 8H.

Na interação entre os fatores processo de limpeza e tipos de serras (Tabela 4.1), observa-se que o comprimento não foi afetado pelos diferentes tipos de serras, quando se utiliza o limpador. Sem o limpador o comprimento foi significativamente maior na serra de 11 ¾" em relação a de 12". Essas informações corroboram a afirmativa de que na remoção de impurezas da fibra, o limpador acaba removendo parte da fibra, reduzindo o seu comprimento. Quando não se utiliza o limpador a diferença no comprimento da fibra é decorrente, exclusivamente, das serras, e neste caso a serra com diâmetro de 11 ¾" proporcionou fibra com maior comprimento, caracterizando maior eficiência de descaroçamento com este tipo de serra.

Para as variáveis micronaire e maturidade os processos de limpeza não apresentaram diferenças significativas quando o algodão foi descaroçado com serra de 11 ¾". Porém, quando se utilizou a serra de 12" no descaroçamento, essas variáveis apresentaram diferenças entre os processos de limpeza da fibra, quando nesta serra a fibra passou pelo limpador o micronaire foi menor. O micronaire é uma característica que considera tanto a finura quanto a maturidade, e provavelmente o processo de limpeza removeu fibras imaturas conforme apresentado na Tabela 4.1, o que diminuiu o micronaire. De acordo com a Tabela 3.1, do presente trabalho, o macrinaire foi classificado na categoria média e, a maturidade na categoria madura (Tabela 3.8). Entretanto a maturidade da fibra influencia fortemente no processo industrial, quanto à aparência, resistência, irregularidade e capacidade de absorção dos corantes pelas fibras, fios e tecidos, após o tingimento (SESTREN e LIMA, 2007).

Utilizando-se o limpador, o algodão em caroço entra em contato com rolos de pinos que rolam acima de grelhas por fricção e agitação na retirada das impurezas. Após o processo de limpeza esse algodão segue para o descaroçamento, em contato com o cilindro de serras. Quando não se utiliza o limpador, o algodão em caroço não sofre processo de limpeza e segue direto para o cilindro de serras para o descaroçamento. Quando o algodão em caroço possui impurezas poderá ocorrer desgaste e menor durabilidade das serras e escovas; as condições de trabalho também pioram, com níveis de poluição seis vezes maiores, gerando maior rotatividade e doenças nos trabalhadores, aumento do risco de acidentes, do esforço físico, etc (MANUAL..., 2010).

A característica índice de fiabilidade representada pela resistência dos fios, depende essencialmente da tenacidade das fibras individuais, foi estatisticamente diferente nos processos de limpeza, em ambas as serras. Esse comportamento se deve, provavelmente, à quantidade de impurezas existente na fibra ou aos processos de beneficiamento e, de acordo com a Tabela 3.9 classificou-se na categoria entre médio e alto.

Com relação à variável uniformidade houve diferença significativa entre os processos de limpeza na serra de 11 ¾". Quando não se utilizou o limpador houve diferença significativa nas variáveis uniformidade e índice de fibras curtas entre os dois tipos de serra. A uniformidade representa a distribuição dos comprimentos medidos e no presente estudo encontra-se classificado na categoria média (Tabela 3.5). Segundo Fonseca e Santana (2002), quanto maior a uniformidade, menores serão as perdas decorrentes do processo de fiação industrial. O índice de fibras curtas é a percentagem de fibras curtas pelo peso (w) com comprimento inferior a 12,7 mm existente na amostra de algodão e enquadrou-se no presente trabalho na categoria baixo (Tabela 3.4). Desse modo, quanto menor o índice de fibras curtas, melhor é a qualidade da fiação (FONSECA e SANTANA, 2002).

Na maioria das características tecnológicas da fibra analisada, os tipos de serras influenciaram as características de fibra nos diferentes processos de limpeza. Nas variáveis: comprimento, uniformidade e índice de fibras curtas houve diferença entre as serras quando se utilizou o limpador. As características de comprimento (uniformidade e índice de fibras curtas) são importantes para a resistência e a regularidade dos fios e as perdas na fiação. Entretanto, se o beneficiamento provocar quebras da fibra, implicará na diminuição do comprimento e da uniformidade e aumento do índice de fibras curtas (MANUAL..., 2010). Igualdade estatística ocorreu no fator serras para as variáveis micronaire, maturidade e índice de fiabilidade. Ainda nas as variáveis micronaire (classificado na categoria média) e maturidade (classificado na categoria madura) a serra de 11 ¾" foi superior a serra de 12" no processo de limpeza e o contrário ocorreu na serra de 12" para a variável fiabilidade. Essas variáveis sofreram alterações provavelmente devido ao ângulo e regulagem das serras. As serras podem ter chegado no ponto de descaroçamento de maneira mais agressiva, ocasionando danos na fibra.

Com relação ao índice de fibras curtas o melhor desempenho foi obtido na serra de 11 ¾" na ausência do processo de limpeza que proporcionou menor quantidade de fibras curtas. Desse modo, quanto menor for o valor do índice de fibras curtas, maior é a

qualidade do algodão e melhor será a fiação. Para a serra de 12" obteve-se maior valor, indicando menor qualidade da fibra.

Analisando a interação cultivares com tipos de serras (Tabela 4.2.), em relação à percentagem de fibras, observa-se que a cultivar BRS 187 8H apresentou maior quantidade de fibra em relação a cultivar BRS Safira. Para a cultivar BRS Safira verificou-se que a serra de 11 ¾" proporcionou percentagem inferior àquela obtida com a serra de 12". Verificou-se igualdade estatística entre os processos de limpeza na serra de 12", sendo que no processo sem o limpador a serra de 11 ¾" afetou a porcentagem da fibra. Quando se comparam os tipos de serras, o processo sem o limpador foi igual estatisticamente e com o limpador houve diferença significativa na serra de 12".

Com relação à interação rotação do descaroçador com processo de limpeza, a percentagem de fibra foi significativamente maior na rotação 650 rpm do que na de 500 rpm, no processo com o limpador, e igualdade estatística ocorreu em todas as rotações no processo sem o limpador; entre os processos de limpeza verificam-se que as rotações 500 e 550 rpm proporcionaram maior percentagem de fibra, significativamente, no processo sem o limpador em relação ao com limpador, enquanto que nas rotações 600 e 650 rpm não houve diferença significativa entre os processos de limpeza.

Tabela 4.2. Valores médios da porcentagem de fibra dos algodões, para as interações: cultivares com tipos de serras; processos de limpeza com tipos de serras e rotações com processos de limpeza. Campina grande, PB.

Fatores	Variáveis				
	Porcentagem de fibra (%)				
	Tipos de serras		Tipos de serras		
Cultivares	11 ¾"	12"	Processo de Limpeza	11 ¾"	12"
a. BRS 187 8H	35,49 aA	35,35 aA	a. Com Limpador	33,32 bB	33,83 aA
b. BRS Safira	31,72 bB	32,35 bA	b. Sem Limpador	33,89 aA	33,88 aA
DMS Coluna:	0,35			0,35	
DMS Linha:	0,35			0,35	
Processos de limpeza					
	Rotações (rpm)	Com limpador	Com limpador		
	500	33,29 bB	33,85 aA		
	550	33,60 abB	34,17 aA		
	600	33,38 abA	33,83 aA		
	650	34,01 aA	33,68 aA		
	DMS Coluna:	0,66			
	DMS Linha:	0,50			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A percentagem de fibra é uma das mais importantes características agrônômicas de uma cultivar de algodoeiro, isto implica afirmar que quanto maior seu valor maior é a quantidade de pluma produzida por unidade de área. A Tabela 4.2 evidencia que a cultivar BRS 187 8H possui maior percentagem de fibra em relação à BRS Safira nos dois tipos de serra utilizadas para o descaroçamento. No entanto, os valores encontrados para estas cultivares, no presente trabalho (<40%), quando comparados com os padrões atuais (>40%) são considerados baixos (PENNA e RESENDE, 2007).

As variações encontradas entre as serras se devem, provavelmente, ao ângulo e regulagem destas. Na utilização de limpadores obtém-se uma redução de percentagem de fibra, provavelmente devido à retirada das impurezas. Rotações mais baixas do descaroçador agravam a perda de fibra, uma vez que maior quantidade de fibra fica aderida à semente.

4.9. Caracterização do descaroçador em função da qualidade física e fisiológica das sementes do algodão

Na Tabela 7.2 em anexo, encontra-se o resumo da análise de variância da viabilidade das sementes de algodão beneficiadas no descaroçador de 25 serras, em função das rotações, cultivares, processo de limpeza e tipos de serras; das variáveis estudadas, somente o dano mecânico foi altamente significativo quanto ao fator rotação, enquanto para cultivares todas as variáveis foram a exceção de comprimento de plântulas. Para o fator processo de limpeza não houve efeito significativo em nenhuma das variáveis consideradas. Já para tipos de serra só houve efeito significativo nas variáveis primeira contagem da germinação e comprimento de plântulas.

Considerando-se as interações duplas, igual comportamento se deu com a interação rotações com processo de limpeza para estas mesmas variáveis. Já na interação cultivares com processos de limpeza, houve efeito significativo para pureza física e, na interação cultivares com tipos de serras para a germinação. Para processos de limpeza com tipos de serras se tem diferenças significativas na germinação, primeira contagem e no comprimento de plântulas.

Observa-se, mediante os dados contidos na Tabela 4.3, considerando-se os fatores cultivares e tipos de serra diferença significativa entre as cultivares, indiferentemente do tipo de serra, com maiores porcentagens de germinação para a BRS 187 8H. Comportamento similar ocorreu com as serras para a mesma cultivar. A melhor

porcentagem de germinação da cultivar BRS Safira foi registrado no beneficiamento com serra de 11 ¾". Este comportamento revela uma boa regulagem das serras e da alimentação da máquina, isto é, a quantidade regular de 3 kg a cada 2 a 3 minutos promoveu bom desempenho da máquina quanto à qualidade das sementes, revelada pela germinação das mesmas.

Tabela 4.3. Valores médios da germinação (%) para as interações cultivares com tipos de serras e processos de limpezas com tipos de serras; comprimento de plântulas (%) para as interações rotações com processos de limpezas e processos de limpezas com tipos de serras; pureza física (%) para a interação cultivares com processos de limpezas. Campina Grande, PB.

Fatores	Variáveis				
	Germinação (%)				
	Tipos de serras		Processos de limpeza	Tipos de serras	
11 ¾"	12"	11 ¾"		12"	
Cultivares					
a. BRS 187 8H	89,69 aA	91,16 aA	a. Com limpador	87,12 aA	79,44 aB
b. BRS Safira	81,37 bA	72,56 bB	b. Sem limpador	83,94 aA	84,28 aA
DMS Coluna:	5,56			5,56	
DMS Linha:	5,56			5,56	
Comprimento de plântulas (%)					
Rotações (rpm)	Processos de limpeza		Processos de limpeza	Tipos de serras	
	Com limpador	Sem limpador		11 ¾"	12"
a. 500	3,24 aA	2,34 abB	a. Com limpador	3,26 aA	2,38 aB
b. 550	2,66 aA	2,14 bA	b. Sem limpador	2,67 bA	2,60 aA
c. 600	3,14 aA	2,81 abA			
d. 650	2,22 aB	3,25 aA			
DMS Coluna:	1,04			0,56	
DMS Linha:	0,79			0,56	
Pureza física (%)					
Processos de limpeza					
Cultivares	Com limpador		Sem limpador		
a. BRS 187 8H	98,26 aA		98,09 bA		
b. BRS Safira	98,43 aB		98,91 aA		-
DMS Coluna:			0,43		
DMS Linha:			0,43		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As sementes dos algodões beneficiadas, utilizando os processos de limpeza, não sofreram perda de germinação quando descaroçados com as serras 11 ¾" ou 12". Esse resultado indica que a máquina pode ser alimentada diretamente sem passar pelo limpador, no entanto é preferível que o algodão passe por este, uma vez que o mesmo promove uma alimentação regular da máquina. A igualdade dos resultados deve-se, provavelmente, ao tamanho da amostra utilizado (3 kg). No entanto, se esta vier a ser

contínua, a caída direta dentro do sistema de descaroçamento poderá interferir no seu desempenho, promovendo embuchamento, uma vez que depois da limpeza, o algodão entra no processo de descaroçamento em contato com o cilindro de serra e, se este estiver limpo, deve-se ao descaroçamento e não ao limpador, ocorrendo o contrario quando o algodão estiver com um alto nível de sujeira e não for limpo.

Para a interação rotações com processo de limpeza, verifica-se, para o comprimento de plântula, igualdade estatística para as rotações com o limpador e diferença para as rotações sem o limpador, e, neste caso, onde o algodão beneficiado na rotação de 550 rpm promoveu o menor vigor, revelado pelo comprimento de plântulas o qual não diferiu estatisticamente do beneficiamento nas rotações de 500 e 600 rpm.

Entre os processos de limpeza tem-se, para o descaroçador sem o limpador, trabalhando na rotação de 550 rpm e para o descaroçador com o limpador e rotação de 650 rpm, os menores comprimento de plântulas; Já o melhor comprimento de plântula foi obtido como o limpador e a descaroçadora trabalhando na rotação de 500 rpm e sem o limpador na rotação de 650 rpm. Este resultado comunga em parte como os obtidos por Jerônimo et al. (2006 b), ao afirmarem que quanto maior a rotação de trabalho das máquinas descaroçadoras menor será a qualidade das sementes.

Considerando-se o comprimento de plântula, para a interação processos de limpeza com tipos de serras, evidencia-se um maior valor deste no processo com o limpador e o descaroçador trabalhando com a serra de 11¾" e, igualdade estatística em ambos os processos de limpeza quando as sementes foram descaroçadas com serra de 12". Entre as serras, o comprimento de plântulas não diferiu quando as sementes foram descaroçadas sem o limpador e, para o descaroçamento com o limpador houve maior crescimento de plântula quando descaroçadas na serra de 11¾". Resultado este que provavelmente deveu-se as serras estarem reguladas, promovendo assim um bom descaroçamento. Ademais, o descaroçador de 25 serras foi alimentado a cada 3 kg, sendo desligado depois de realizado os testes para regulagem da rotação seguinte.

Para a interação cultivares com processos de limpeza, observa-se mediante os dados contidos nas colunas, no processo com limpador, igualdade estatística para as cultivares, isto é, a pureza física não foi afetada neste processo. Já no processo sem o limpador a cultivar BRS Safira obteve maior percentual de pureza física.

Entre os processos de limpeza (linhas), não houve diferença estatística para a cultivar BRS 187 8H e, para a cultivar BRS Safira, maior percentual de pureza física no processo sem o limpador. Entretanto, os resultados para esta variável encontram-se

dentro dos padrões referenciados por Donato (2004) ao afirmar que todas as amostras de sementes deslintadas atenderam ao padrão mínimo de pureza física para sementes fiscalizadas (98%), estabelecidos pela CEM-BA. Elevado percentual de pureza deve ser preferido, visto que diminuem a necessidade de processamento posterior para a limpeza do produto (JERÔNIMO et al., 2006b).

Os resultados de umidade, danos mecânicos e percentagem de linter das sementes, relativos aos fatores isolados de cultivares e rotações, se encontram Tabela 4.4. Em análise aos dados da referida tabela, para as variáveis danos mecânicos e umidade tem-se superioridade da cultivar BRS 187 8H sobre a cultivar BRS Safira e, para a percentagem de linter comportamento contrário aos danos e umidade. Em relação às rotações os danos mecânicos foi superior na rotação 650 rpm, seguido da rotação de 600 rpm e, os menores se deram com igualdade estatística nas rotações de 500 e 550 rpm. Para as variáveis, umidade e percentagem de linter, as rotações não exerceram influência, tendo o mesmo comportamento estatisticamente.

Tabela 4.4. Valores médios das variáveis danos mecânicos, umidade e percentagem de linter das sementes de algodão em função dos fatores cultivares e rotações. Campina Grande, PB.

Fatores	Variáveis		
	Danos mecânicos (%)	Umidade (%)	Percentagem de linter (%)
Cultivares			
a. BRS 187 8H	8,05 a	13,54 a	10,47 b
b. BRS Safira	6,00 b	11,05 b	14,45 a
Rotações			
a. 500	4,81 c	12,33 a	12,34 a
b. 550	5,75 c	12,24 a	12,79 a
c. 600	7,75 b	12,39 a	12,27 a
d. 650	9,78 a	12,22 a	12,44 a
DMS Cultivares	0,85	0,24	0,44
DMS Rotações	1,59	0,45	0,83

Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade.

A diferença de umidade entre as cultivares se deve ao ganho de umidade da BRS 187 8H e não ao processo de descaroçamento.

Os resultados da percentagem de linter se deve às características intrínsecas da fibra, em que a menor quantidade de linter revelada pela cultivar BRS 187 8H ocorreu pelo comprimento e resistência da fibra ser maior que a cultivar BRS Safira, deixando assim menos linter nas sementes (Tabela 7.6 em anexo)

4.10. Desempenho do descaroçador de 25 serras em comparação ao de 50 serras existente no mercado, considerando as características tecnológicas da fibra de algodão

Na Tabela 7.3 em anexo, encontra-se o resumo da análise da variância correspondente às características tecnológicas da fibra do algodão de duas cultivares, obtidas nos descaroçadores de 25 e 50 serras. Verificou-se que houve diferença significativa entre os descaroçadores para as variáveis índice de fibras curtas, alongamento e índice de fiabilidade. Para o fator cultivar houve diferença significativa em todas as características tecnológicas da fibra. A interação cultivar com descaroçadores foi significativa para as variáveis índice de fibras curtas, alongamento e maturidade.

Analisando-se os dados (colunas) da Tabela 4.5, verificou-se que as características índice de fibras curtas, alongamento e maturidade não diferiram entre os descaroçadores quando se utilizou a cultivar BRS Aroeira. Para a cultivar BRS Safira houve superioridade do descaroçador de 50 serras, para o índice de fibras curtas, a maturidade e inferior para alongamento.

Tabela 4.5. Valores médios das características tecnológicas de fibra de algodão em função da interação descaroçadores com cultivares. Campina Grande, PB.

Fatores	Variáveis					
	Índice de fibras curtas (%)		Alongamento (%)		Maturidade (%)	
	BRS Aroeira	BRS Safira	BRS Aroeira	BRS Safira	BRS Aroeira	BRS Safira
Descaroçadores						
a. de 25 serras	4,32 aB	22,90 bA	3,80 aB	6,85 aA	90,25 aA	81,25 bB
b. de 50 serras	4,70 aB	28,47 aA	3,82 aB	6,37 bA	90,00 aA	82,25 aB
DMS Coluna:		2,22		0,24		0,68
DMS Linha:		2,22		0,24		0,68

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto as cultivares (linhas) verificou-se que o índice de fibras curtas e alongamento apresentaram maior valor para a cultivar BRS Safira em relação à cultivar BRS Aroeira; ocorrendo o contrário com a variável maturidade.

Estes resultados, em parte, encontram apoio nas afirmações de Patil e Patil (2010) ao assegurarem que o processo de beneficiamento não afeta de forma consistente a essas características tecnológicas da fibra. Os valores do índice de fibras curtas foram

classificados como muito alto na cultivar BRS Safira, significativamente diferente do valor da BRS Aroeira sendo esta uma característica genética, porém, indicando menor qualidade na cultivar BRS Safira. JERÔNIMO et al. (2006a) afirmam que esta característica não é afetada por fatores mecânicos, como o beneficiamento, o que não ocorreu no presente trabalho em que a cultivar BRS Safira mostrou maior imaturidade e índice de fibras curtas no descaroçamento com o descaroçador de 50 serras e maior alongamento no de 25 serras. No caso do índice de fibras curtas, apesar da significância estatística, o aumento provocado pela serra de 50 não traria maiores transtornos porque o índice de 22,9 já é considerado bastante alto. No caso da maturidade apesar da diferença estatística, os valores encontrados nas duas serras são considerados bons (maduro).

Os valores médios das características tecnológicas da fibra obtidos nos descaroçadores (Tabela 4.6), a exceção da fiabilidade que foi maior no descaroçador de 25 serras não revelaram diferenças significativas entre elas, quer beneficiadas no descaroçador de 25 serras quer no de 50 serras.

Com relação às cultivares (Tabela 4.6) tem-se superioridade da BRS Aroeira sobre a BRS safira para comprimento, uniformidade da fibra, resistência, índice de fiabilidade e micronaire, ocorrendo o contrário com o número de neps. Ressalta-se para o micronaire valor alto (5,26) obtido para a BRS Aroeira e, muito baixo (2,71) para a BRS Safira (Tabela 3.1), sendo 4,0 o valor ideal, estabelecido para a indústria têxtil (FUNDAÇÃO BLUMENAUENSE... 2008).

Tabela 4.6. Valores médios das características tecnológicas de fibra do algodão em função dos fatores descaroçadores e cultivares. Campina Grande, PB.

Fatores	Variáveis		
	Comprimento (mm)	Uniformidade (%)	Resistência (gf/tex)
Descaroçadores			
a. 25 serras	26,96 a	80,21 a	26,99 a
b. 50 serras	26,74 a	79,67 a	25,62 a
Cultivares			
a. BRS Aroeira	29,19 a	82,85 a	32,09 a
b. BRS Safira	24,51 b	77,04 b	20,52 b
DMS Descaroçadores:	0,24	0,59	1,39
DMS Cultivares:	0,24	0,59	1,39
	Micronaire ($\mu\text{g} / \text{pol}^2$)	Índice de fiabilidade	Número de NEPS (neps/g)
Descaroçadores			
a. 25 serras	3,94 a	2109,25 a	263,50 a
b. 50 serras	4,04 a	1940,50 b	299,750 a
Cultivares			
a. BRS Aroeira	5,26 a	2512,25 a	94,50 b
b. BRS Safira	2,71 b	1537,50 b	468,75 a
DMS Descaroçadores:	0,13	124,13	55,97
DMS Cultivares:	0,13	124,13	55,97

Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade

O elevado número de neps, que são pequenos emaranhados de fibras, normalmente ocasionados por fibra imatura e pelos processos de colheita e beneficiamento do algodão é um dos principais fatores de reclamações da indústria nacional, que considera 250 neps g^{-1} ideal e problemático em todos os processos têxteis valores a partir de 300 neps g^{-1} , especialmente nas malharias (SILVA et al., 2010).

4.11. Desempenho do descaroçador de 25 serras em comparação ao de 50 serras existente no mercado, considerando as principais qualidades físicas e fisiológicas das sementes de algodão

Encontra-se na Tabela 7.4 em anexo, o resumo da análise de variância para a variável germinação (GM); primeira contagem (1ª CT); comprimento de plântula (CP); percentagem de línter (PL); pureza física (PF) e danos mecânicos (DM), em que se observa efeito significativo dos descaroçadores para as variáveis comprimento de plântulas, percentagem de línter e pureza física assim como para suas interações. Para as duas cultivares, a exceção da pureza física, todas as demais variáveis apresentaram significância estatística

Mediante os dados da Tabela 4.7, referente à interação descaroçadores com cultivares, verificou-se que a BRS Aroeira beneficiada no descaroçador de 50 serras proporcionou sementes de melhor qualidade física e fisiológica em relação às sementes beneficiadas no descaroçador de 25 evidenciadas pelas variáveis comprimento de plântulas e pureza física; comportamento semelhante ocorreu com a BRS Safira para a percentagem de línter e a pureza física. Com relação ao comprimento de plântulas obtido com as sementes provenientes dos descaroçadores, verificou-se melhor desempenho para a cultivar BRS Aroeira. Para a percentagem de línter se constatou semelhança entre as cultivares no descaroçador de 25 serras e para pureza física não ocorreu diferença entre as cultivares no descaroçador de 50 serras.

Tabela 4.7. Valores médios das variáveis, comprimento de plântulas; percentagem de línter e pureza física nas sementes de algodão para a interação descaroçadores com cultivares. Campina Grande, PB.

Fatores	Variáveis					
	Comprimento de Plântula (%)		Percentagem de línter (%)		Pureza física (%)	
	BRS Aroeira	BRS Safira	BRS Aroeira	BRS Safira	BRS Aroeira	BRS Safira
Descaroçadores						
a. 25 serras	7,91 bA	3,70 aB	5,71 aA	6,31 bA	97,06 bA	95,95 bB
b. 50 serras	11,41 aA	3,84 aB	5,21 aB	9,94 aA	98,75 aA	99,11 aA
DMS Coluna:	2,32		0,75		1,04	
DMS Linha:	2,32		0,75		1,04	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Jerônimo (2005) ao estudar os principais fatores que determinam a qualidade das sementes verificou que as máquinas de descaroçamento que proporcionaram elevado percentual de pureza devem ser preferidas, visto que diminuem a necessidade de processamento posterior para limpeza do algodão.

Na Tabela 4.8 observa-se que os descaroçadores de 25 e 50 serras não afetaram as variáveis germinação, primeira contagem de germinação e danos mecânicos, porém, houve diferença significativa entre as duas cultivares. A cultivar BRS Aroeira foi superior à BRS Safira quanto à germinação e primeira contagem, embora tenha apresentado maiores danos mecânicos significativamente. Souza et al. (2009) argumentam que a influência de danos mecânicos na qualidade das sementes depende do tamanho, da profundidade e da localização do dano que são provocados pela colheita e beneficiamento. A baixa percentagem de germinação verificada na cultivar BRS

Safira é decorrente da diferença na qualidade fisiológica deste lote de algodão em relação à BRS Aroeira.

Tabela 4.8. Valores médios das variáveis, germinação; primeira contagem e danos mecânicos nas sementes de algodão em função dos fatores descaroçadores e cultivares. Campina Grande, PB.

Fatores	Variáveis		
	Germinação (%)	Primeira contagem (%)	Danos mecânicos (%)
Descaroçadores			
a. 25 serras	82,25 a	77,75 a	7,50 a
b. 50 serras	85,75 a	81,75 a	6,75 a
Cultivares			
a. BRS Aroeira	93,50 a	91,50 a	8,62 a
b. BRS Safira	74,50 b	68,00 b	5,62 b
DMS Descaroçadores:	6,55	8,95	2,60
DMS Cultivares:	6,55	8,95	2,60

Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade

4.12. Validação do conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque pelos cotonicultores de agricultura familiar

Na Tabela 7.5 do anexo, têm-se os resultados da avaliação/validação do descaroçador móvel de 25 serras obtidos depois do uso do mesmo por 13 agricultores de base familiar do município de Prata, PB, onde o total do algodão beneficiado foi de 2332 kg, obtendo-se 977,6 kg de fibra e 1354,6 kg de caroço; estes dados revelam um percentual de 39,4% de fibra, considerado alto pela indústria têxtil, que indica como ideal o percentual de 40%.

Com relação ao peso do fardo, obtido por meio da prensagem da fibra, este variou de 51,7 a 81,9 kg. Esta diferença em peso se deve à quantidade do algodão em caroço beneficiado por cada produtor para a formação individual do fardo e não pela deficiência da prensa. O peso de 81,9 kg está perfeitamente adequado ao desenvolvimento da prensa que é o de produzir fardos de 80 kg.

Para o número de prensagens realizadas na produção do fardo, este variou de quatro a oito, devido à quantidade individual de algodão em caroço beneficiado, sendo as oito prensagens a mais apropriadas à produção de um fardo com peso médio de 80 kg.

Quanto à capacidade operacional do descaroçador definida pelo beneficiamento do algodão, expresso em quilos de algodão em caroço pela unidade de tempo (kg/h), observa-se que o descaroçador atingiu valores de 87,3 kg/hora, podendo ser melhorado com o processamento de quantidade adequada de algodão requerida pelo descaroçador, uma vez que, neste processo de avaliação/validação cada produtor utilizou quantidades distintas de algodão, inclusive quantidades que não permitiam peso de fardo com 80 kg.

4.12.1. Avaliação dos questionários juntos aos cotonicultores de agricultura familiar

Os valores percentuais dos 15 itens avaliados (Tabela 4.9) foram analisados em uma escala de níveis de um a quatro (Tabela 4.10), onde se observa para o valor médio do item 12 um percentual de 92,3% de satisfação dos produtores no desempenho do reboque. Para o nível de segurança (item 3) a resposta de 61,5% indica que o equipamento se encontra dentro dos padrões estabelecidos ao seu funcionamento (escala 3) e, também, que este item representa a maior média relacionada ao risco.

Tabela 4.9. Percepção do usuário sobre os itens avaliados

Itens avaliados	Escala de 1 a 4				(*)	
	1	2	3	4	Média	DP
1. Esforço físico	46,2	46,2	7,6	0,0	1,62	0,65
2. Postura física dos operadores	69,2	15,4	7,7	7,7	1,54	0,97
3. Nível de segurança do operador	0,0	15,4	61,5	23,1	3,08	0,64
4. Risco de acidente	15,4	15,4	7,7	61,5	3,15	1,21
5. Fonte de ruído	38,5	38,5	15,4	7,6	1,92	0,95
6. Desempenho do descaroçamento (kg/h)	0,0	23,1	46,1	30,8	2,85	0,90
7. Quantidade e qualidade da pluma	0,0	0,0	46,2	53,8	3,08	1,04
8. Tempo de feitura e peso do fardo	0,0	15,4	53,8	30,8	2,77	0,93
9. Avaliação sobre a operação do conjunto	69,2	0,0	23,1	7,7	1,69	1,11
10. Manutenção e reparos elementares	69,2	7,7	15,4	7,7	1,62	1,04
11. Avaliação geral do conjunto	61,5	0,0	30,8	7,7	1,85	1,14
12. Desempenho do transporte do reboque	92,3	0,0	0,0	7,7	1,23	0,83
13. Melhora a sua renda com a cultura do algodão	0,0	0,0	23,1	76,9	3,77	0,44
14. Contribui para a organização e produção coletiva dos AF	0,0	0,0	53,8	46,2	3,46	0,52
15. Tecnologia importante para algodoeiros	0,0	0,0	23,1	76,9	3,77	0,44

* média e desvio padrão do número dos cotonicultores que fizeram uso do conjunto

Tabela 4.10. Escalas com níveis de 1 a 4 utilizadas para avaliar os 15 itens foram as seguintes:

Itens	Escala			
	1	2	3	4
1, 2	Leve	Médio	Forte	Exaustivo
3, 4, 5	Fraco	Leve	Médio	Forte
6, 7, 8, 14	Fraco	Regular	Bom	Ótimo
9, 10	Manejo simples	Baixa complexidade	Média complexidade	Alta complexidade
11, 12	Adequado	Inadequado	Ajuste	Recomenda
13, 15	Nenhuma	Pouca	Média	Muita

Na Tabela 4.9 relacionada às escalas da Tabela 4.10, tem-se os resultados da avaliação dos 15 itens em porcentagens.

Mediante os valores contidos nas Tabelas 4.9 e 4.10 para “esforço físico” e, levando em conta a sua posição, verifica-se que este foi considerado leve e médio respectivamente por 46,2% dos cotonicultores. Resultado indicador de que o conjunto da máquina não exige muito do operador.

Para a “postura física dos operadores” a porcentagem de aceitação do conjunto ficou na escala leve (69,2%), percentual indicador de que a máquina descaroçadora e a prensa não prejudicam a postura do operador.

O nível de “segurança do operador” ficou entre leve (15,4%), médio (61,5%) e forte (23,1%). Este resultado indica que o operador deve ter cuidados, especialmente quando estiver trabalhando no descaroçamento e prensa enfardadeira e, também, melhorias no item 3 e escala 4 quando de novos lançamentos do conjunto. Para o item “risco de acidentes”, o maior valor foi revelado na escala forte (61,5%), requerendo o mesmo tratamento do nível de segurança do operador. No entanto, o valor médio (7,7%) obtido para “risco de acidente” se encontra dentro dos padrões de aceitação dos operadores da máquina e, ainda, que 15,4% avaliaram o conjunto atribuindo valores fracos e leves, respectivamente com relação a este nível de acidente, avaliação que se traduziu em uma boa segurança.

A média de 179,4 kg h⁻¹ de algodão obtido no processo de descaroçamento, coloca o “desempenho do descaroçador” como ótimo (30,8% - escala 4) e bom (46,1% - escala 3), traduzindo em satisfação plena dos operadores. Este resultado é muito importante, notadamente, para os cotonicultores da agricultura familiar.

Diante da análise dos resultados da “quantidade e qualidade da pluma” verificou-se que esta foi avaliada em bom (46,2%) e ótimo (53,8%), indicando boa resposta no processo de descaroçamento. Obtiveram-se também, positividade com relação ao tempo gasto para a confecção do fardo, o qual, ao final pesou em média 71 kg, se enquadrando na escala 3 (53,8%), que representa um “bom fardo” e em ótimo com 30,8%.

A “avaliação sobre a operação do conjunto” (item 9) e “manutenção e reparos elementares” (item 10) foram consideradas pelos cotonicultores satisfatória como manejo simples (escala 1), respectivamente.

Em uma avaliação geral do conjunto (item 11) constatou-se, através dos cotonicultores, que (descaroçador, prensa enfardadeira e reboque) é adequado para atender às cooperativas e às associações de cotonicultores que trabalham com agricultura familiar. Para o “desempenho do transporte do reboque” (item 12) a avaliação recebeu conceito adequado, representado por 92,3% de aceitação e o conceito “muito bom” com 76,9% de satisfação para os itens 13 e 15, respectivamente e o mesmo conceito com 46,2% para o item 14 – contribui á organização e produção coletiva da agricultora familiar.

5. CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

- O conjunto descaroçador, prensa enfardadeira e reboque atendem, com eficiência requerida pela indústria têxtil, ao processamento do algodão, tendo recebido o conceito “muito bom” pelos cotonicultores;
- As características tecnológicas da fibra do algodão se diferenciaram com as cultivares e são afetadas nos processos de limpeza pelas quantidades de impureza existentes e pelo processo de descaroçamento;
- O dimensionamento do eixo e do chassi apresenta coeficiente de segurança elevado, ou seja, o conjunto de equipamento pode ser transportado com segurança pelo reboque;
- O descaroçador trabalhando com serra de 12" foi mais eficiente do que com serra de 11¾" para as qualidades tecnológicas da fibra;
- A melhor qualidade de fibra é obtida com o descaroçador operando a 550 rpm, utilizando serras de 12" e dispositivo de limpeza (limpador);
- As características tecnológicas da fibra, obtidas no descaroçador de 25 serras se mantém dentro dos padrões estabelecidos pelas normas de classificação da indústria têxtil por não danificarem a qualidade das sementes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADO. Abrapa propõe novo programa de equalização de preços futuros. 2010. Disponível em: <http://www.integrada.coop.br/notas/1144/Abrapa-prop%C3%B5e-novo-programa-de-equaliza%C3%A7%C3%A3o-de-pre%C3%A7os-futuros>. Acesso em: 05/01/2011.

ALMEIDA, F. de A. C.; FIGUERÊDO NETO, A.; GOUVEIA, J. P. G. de; COSTA, R. F. de; OLIVEIRA, M. E. C. de. Danos mecânicos em sementes de feijão vigna, causados pelas operações na unidade de beneficiamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p. 254-259, 2004.

ALMEIDA, F. de A. C.; SILVA, O. R. R. F. da; SANTOS, J. F. dos; GOUVEIA, J. P. G. de. Desenvolvimento e avaliação de descaroçador para o beneficiamento do algodão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p. 607-614, 2011.

ARAÚJO, M. E. **Desenvolvimento e avaliação de um descaroçador de 20 serras para o beneficiamento do algodão**. 2008. 68p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

AZEVEDO, M. R. de Q. A.; KÖNIG, A.; BELTRÃO, N. E. de M.; CEBALLOS, B. S. O. de.; AZEVEDO, C. A. de.; TAVARES, T. de L. Características tecnológicas da fibra do algodão herbáceo sob efeito de adubação nitrogenada e irrigação com água residuária tratada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.202-206, 2005.

BEER, F. P.; JOHNSTON JR, E. R.; EISENBERG, E. R. *Mecânica Vetorial para Engenheiros - Estática*. 7ª edição. McGraw-Hill. Rio de Janeiro, 2006.

BELTRÃO, N. E. de M.; SANTANA, J. C. F. de. Atualidade algodoeira no Brasil e no mundo. **Bahia Agrícola**, v.5, n.1, p.19-21, set. 2002.

BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. Estimativa da gravidade específica (peso específico) de sementes de algodão com e sem línter. In: Congresso Brasileiro de Algodão, Iv., 2003, Goiânia, GO. Algodão um mercado em evolução: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão. 2003.

BELTRAO, N. E. de M.; CARVALHO, L. P. de. **Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba.** 2004. 18p. Campina Grande: Embrapa Algodão. (Documentos, 128).

BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, R. L. S. de; LEÃO, A. B.; ALBUQUERQUE, W. G. de. Algodão brasileiro em relação ao mundo. Situação e perspectivas. In: BELTRÃO, N. E. M., AZEVEDO, D. M. P. (Eds.) **O Agronegócio do algodão no Brasil.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 1, v. 1. 570p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes,** Brasília: SNDA/DNDV/CLAN, 2009. 395p.

BRITO, D. R.; BELTRÃO, N. E. M.; BRUNO, G. B.; MOURA, M. F.; OLIVEIRA, J. L. Produtividade e qualidade da fibra de cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) em função de diferentes arranjos de plantas. **Agropecuária Técnica**, v.24, n.2, p.97-102, 2003.

CARDOSO, E. G. Subprodutos do algodão como alimento animal. In: EMBRAPA AGROPECUARIA OESTE. **Algodão: Tecnologia de produção.** Dourados, 2001. p.278-296.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, L. P.; SANTOS, J. W dos. Respostas correlacionadas do algodoeiro com seleção para coloração da fibra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.1 p.79-83, 2003.

CARVALHO, L. P. de; BARROSO, P. A. V.; SANTOS, J. A. T. dos; ALVES, H. S. Seleção massal e porcentagem de fibra em cultivar de algodoeiro colorido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.9, p.895-898, 2005.

CARVALHO, L. P. Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar: sistemas de produção, cultivares. 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/cultivares.html. Acesso em: 21/09/2010.

CARVALHO, L. P.; ALENCAR, E. R. D.; TULMANN NETO, A.; LIMA, M. M. A.; BRITO, G. G.; LIMA, L. H. G. M. Doses de radiação gama aplicadas em sementes de algodoeiro – efeito em algumas características da planta na geração m1. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 7, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p.1421-1425.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Produto: algodão em pluma – informativo especial. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 15/08/2010a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Produtividade alta, preços bons e demanda crescente animam os cotonicultores durante a colheita, Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,ERT161525-18283,00.html> Acesso: 27/09/2010b.

COSTA, N. da C.; ALMEIDA, F. de A. C.; SANTANA, J. C. F. de; COSTA, I. L. L. da; WANDERLEY, M. J. R.; SANTANA, J. C. da. **Técnicas de colheita, processamento e armazenamento do algodão**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 87).

DONATO, P. E. R. **Sistema de produção e qualidade do material utilizado como semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), na região de Guanambi**. 2004. 51p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

FONSECA, R. G. da; SANTANA, J. C. F. de. **Resultados de ensaio HVI e suas Interpretações (ASTM D-4605)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 13p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 66).

FONSECA, R. G. da. **Qualidade global da fibra de algodão produzida no cerrado brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 7p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica 100). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPA/18356/1/CIRTEC100.pdf>

FREIRE, E. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, D. G. Cultivar BRS Aroeira (Elevado teor de óleo) e seu manejo cultural. 2. Ed. Campina Grande; Embrapa Algodão, 2009. 1 Folder.

FBT - FUNDAÇÃO BLUMENAUENSE DE ESTUDOS TÊXTEIS. Análise dos resultados do HVI (High Volume Instruments) Blumenau, 2008. 18p. Disponível em: <http://www.fbet.com.br/>

FUNDAÇÃO MT. **Boletim de pesquisa de algodão**. Rondonópolis MT, 2001. 238p.

GORDON, S.; SLUIJS, M. van der; KRAJEWSKI, A.; HORNE, S. Ginning and fibre quality series: Measuring moisture in cotton. **The Australian Cottongrower**, v.31, n.1. p.38-42. 2010.

HOLT, G. A.; LAIRD, J. W. Initial fiber quality comparisons of the power roll gin stand to three different makes of conventional gin stands. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, v.24, p.295-299. 2008.

JERÔNIMO, J. F. **Efeito de três descaroçadores sobre danos mecânicos, qualidade da semente e tecnologia da fibra de duas cultivares de algodão**. 2005. 55f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.

JERÔNIMO, J. F.; SILVA, O. R. R. F. da.; ALMEIDA, F. A. C.; PEREIRA, J. P. G.; FONSECA, R. G da. Impactos de três descaroçadores sobre a qualidade tecnológica de fibra em dois cultivares de algodão. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.10, n.1/2, p.969-975, 2006a.

JERÔNIMO, J. F.; SILVA, O. R. R. F. da.; ALMEIDA, F. A. de C.; QUEIROGA, V. de P.; SANTOS, J. W. Propriedade física e fisiológica de sementes de algodão beneficiadas em três máquinas descaroçadoras. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.10, n.1/2, p.1025-1031, 2006b.

LE, S. Cleaning performance of modified cylinder cleaners. **Journal of Cotton Science**, v.10, p. 273-283, 2006.

LIMA, J. J. de. **A classificação do algodão em pluma à luz da instrução normativa 63/2002**. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 2004. 55p.

LOPES, K. P.; BRUNO, R. L. de A.; COSTA, R. F. da; BRUNO, G. B.; ROCHA, M. S. Efeito do beneficiamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes do algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.426-435, 2006.

MANUAL de orientações técnicas para algodoeiras de Mato Grosso do Sul. Disponível em: 05/09/2010.

MEDEIROS FILHO, S.; SILVAS, S. O.; DUTRA, A. S.; TORRES, S. B. Metodologia do teste de germinação em sementes de algodão, com línter e deslindada. **Revista Caatinga**, v.19, n.1, p.56-60, 2006.

MORESCO, E. R. **Progresso genético no melhoramento do algodoeiro no estado do Mato Grosso**. 2003. 79p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo - ESALQ, Piracicaba, SP.

NCGA. The Nation Cotton Ginners Association. USDA Versão eletrônica, 2010. In: <http://www.cotton.org/ncga/techpubs/upload/introduction-to-a-cotton-gin.pdf>. Acesso em 06/09/2010.

PAIVA, L. E.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: Efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência Agrotécnica**, v.24, n.4, p.846-856, 2000.

PATIL, P. G.; PATIL, V. Development of prototype double roller gin with improved power transmission and its performance evaluation. **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**, v.5, p.20-25, 2010.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodão. In BOREM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Ed. UFV, p. 15-53, 2005.

PENNA, J.C.V. ; RESENDE, P.A. . Melhoramento do algodoeiro anual de fibras de cor marrom. **Horizonte Científico**, v.1, n.7, p. 1-21, 2007.

QUEIROGA, V. de P.; CARVALHO, L. P.; CARDOSO, G. D. **Cultivo do algodão colorido orgânico na região semi-árida do Nordeste Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 50p. (Embrapa Algodão. Documento Técnico, 204).

ROCHA, M. S.; BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. de; ALMEIDA, F. de A. C.; CARVALHO, J. M. F. C. Teor de água limite para crioconservação de sementes de algodão cultivares BRS-Rubi, BRS-Safira e BRS-201 branco. Congresso Brasileiro do Algodão, 7, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p.234-242.

RUTHEFORD, R. **Beneficiando com qualidade para o mercado internacional**. Cuiabá: LUMMUS do Brasil, 2005. 4p.

SANTANA, J. C. F. de.; ALMEIDA, F. de A. C.; SANTANA, J. C. F. de.; BELTRÃO, N. E. de M.; GOUVEIA, J. P. G. de. Comportamento da cor e do tipo de fibras de duas cultivares de algodão armazenados em dois municípios paraibanos. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.6, n.1, p.447-445, 2002.

SANTANA, J. C. F. de; FREIRE, E. C.; FONSECA, G. da; VALENÇA, A. R. Características da fibra de linhagens de algodão de fibra colorida. In: Congresso Brasileiro de Algodão, IV, 2003, Goiânia, GO. Algodão um mercado em evolução: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão. 2003.

SANTANA, J. C. F., WANDERLEY, M. J. R., BELTRÃO, N. E. de M., AZEVEDO, D. M. P.; LEÃO, A. B.; VIEIRA, D. J. **Características da fibra e do fio do algodão**. Capítulo 31 - Agronegócio do Algodão no Brasil. 2008.

SESTREN, J. A.; LIMA, J. J. Característica e classificação da fibra de algodão. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. Cap.22, p.765-820.

SILVA, O. R. R. F. da.; QUEIROGA, V. de P.; BEZERRA, R. C.; SANTOS, J. W. dos. Influência do beneficiamento e do deslintamento na germinação e vigor da semente de algodão herbáceo. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 3, 2001, Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 923-924, 2001.

SILVA, O. R. R. F. da.; SANTANA, J. C. F. de; CARTAXO, W. V.; LUZ, M. J. S. da; SANTOS, J. W. dos. Influência do descaroçamento nas características tecnológica da fibra do algodão analisado pelo HVI (high volume instruments) e pelo AFIS (advanced fiber information system). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.6, n.1, p.497-501, 2002.

SILVA, J. C. da.; ALBUQUERQUE, M. C.; MENDONÇA, E. A. F. de.; KIM, M. E. Desempenho de sementes de algodão após o processamento e armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n.1, p.79-85, 2006.

SILVA, O. R. R. F. da; CARVALHO, O. S. Beneficiamento. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. (Eds.) **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap.34, v.2. 1309p.

SILVA, O. R. R. F. da; SOFIATTI, V.; CARTAXO, W. V.; BARBOSA, V. de S. C.; WANDERLEY, M. J. R. **Algodão em pluma**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 44p. il - (Coleção Agroindústria Familiar).

SILVA, O. R. R. F. da; SOFIATTI, V.; SANTANA, J. C. F.; WANDERLEY, M. J. R.; SANTOS, J. W dos. Impacto do beneficiamento sobre o número de neps e quantidade de impurezas da fibra do algodão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.107-112, 2010.

SOUZA, D. C.; ALBUQUERQUE, M. C. de F.; ZORATO, M. de F.; CARVALHO, D. do C. Análise de danos mecânicos e qualidade de sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.123-131, 2009.

USDA. New technologies for cotton gins combine for big savings. **Agricultural Research Magazine**, v.54, n.5. p18-19. 2006.

USTER. USTER® Statistics 2010: Easy user guide. Disponível em: http://www.uster.com/UltimateEditorInclude/UserFiles/USTER%20STATISTICS_User%20Guide_Web.pdf. 2007. Acesso em: 30/09/2010.

USTER. HVI 1000 Application hand book: fiber bundle testing of cotton: the fiber classification and analysis system. v. 2. 0. Uster, Suíça, 2008 - paginação em seções.

USTER® TECHNOLOGIES. The fiber classification and analysis system. Technical Data, 2006. Disponível em: http://www.uster.com/Uploads/HVI_1000_TechnData-e.pdf. Acesso em 12/01/2011.

VAINSENER, S. A. Algodão. Pesquisa escolar on-line, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br>. Acesso em: 01/10/2010.

VALCO, T. D. Moisture restoration of cotton. Stoneville, MS: USDA, 2004. 4p.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Teste de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 31.

7. ANEXOS

7. ANEXO

Questionário para avaliação conjunto, descarçador, prensa enfardadeira e reboque.

Nome: _____

1- Esforço físico dos operadores no manejo operacional conjunto.

() Leve () Médio () Forte () Exaustivo

2 – Postura física dos operadores no manejo operacional do conjunto.

() Leve () Médio () Forte () Exaustivo

3 – Nível de segurança dos operadores na operação do conjunto.

() Fraco () Leve () Médio () Forte

4 – Risco de acidentes por falha de construção na operação do conjunto.

() Fraco () Leve () Médio () Forte

5 – Fonte de ruído na operação do conjunto.

() Fraco () Leve () Médio () Forte

6 – Desempenho operacional no descarçamento (kg/h).

() Fraco () Regular () Bom () Ótimo

7 – Quantidade e qualidade da pluma produzida.

() Fraco () Regular () Bom () Ótimo

8 – Tempo de feitura e peso do fardo FD/hora.

() Fraco () Regular () Bom () Ótimo

9 – Avaliação sobre a operação do conjunto.

() Manejo simples () Baixa Complexidade () Média Complexidade () Alta Complexidade

10 – Manutenção e reparos elementares do conjunto.

Manejo simples Baixa Complexidade Média Complexidade Alta Complexidade

11 – Avaliação geral do conjunto.

Adequado ao agricultor familiar Inadequado ao agricultor familiar Necessita de pequenos ajustes Recomendaria a aquisição do conjunto

12 – Desempenho do reboque de transporte do conjunto.

Adequado Inadequado Necessita de ajustes Recomendaria a aquisição do conjunto

13. Este equipamento poderá melhorar a sua renda com a cultura do algodão.

Nenhuma Pouca Média Muita

14- Este equipamento poderá contribuir para a organização e produção coletiva dos AF.

Fraco Regular Bom Ótimo

15 - Você considera este equipamento como uma tecnologia importante para você continuar plantando o algodão.

Nenhuma Pouca Média Muita

Assinale as principais razões para isto:

comercialização da fibra diretamente com o consumidor

maior agregação de valor a sua produção

possibilidade de ficar com o caroço que poderá ser usado para alimentação animal ou mesmo para novos plantios

realizar o beneficiamento de sua própria produção

Outros. Especifique: _____

Tabela 7.1. Resumo da análise de variância das características tecnológicas da fibra comprimento - CPM (mm), uniformidade - UNF (%), índice de fibras curtas - IF (%), resistência - RST (gf/tex), alongamento - ALG (%), índice micronaire - MIC (µg / pol²), maturidade - MAT (%), índice de fiabilidade - IF e percentagem de fibra - PF (%) em algodões beneficiado no descarçador de 25 serras. Campina Grande, PB.

F,V	G,L	Variáveis									
		CPM	UNF	IFC	RST	ALG	MIC	MAT	IF	PF	
Rotações (R)	3	0,284 ns	0,397 ns	5,453 ns	0,763 ns	0,033 ns	0,080 ns	0,594 ns	21823,708 ns	0,841 ns	
Cultivares (C)	1	537,100**	235,174 **	599,878 **	460,941**	4,026 **	15,891 **	105,125 **	24382890,28 **	366,697 **	
Processos de Limpeza (PL)	1	0,011 ns	0,085 ns	1,424 ns	0,488 ns	0,028 ns	0,057 ns	0,281 ns	190,125 ns	3,060 *	
Tipos de Serras (TS)	1	0,045 ns	0,861 ns	23,205 *	22,194 **	0,619 **	0,676 **	6,125 **	119194,031 **	1,982 ns	
(R x C)	3	0,019 ns	0,872 ns	4,589 ns	0,140 ns	0,068 ns	0,042 ns	0,146 ns	9276,365 ns	1,214 ns	
(R x PL)	3	0,029 ns	0,721 ns	11,333 ns	1,238 ns	0,121 ns	0,036 ns	0,344 ns	19744,542 ns	1,485 *	
(R x TS)	3	0,108 ns	0,283 ns	5,133 ns	0,494 ns	0,160 ns	0,132 ns	0,771 ns	3752,615 ns	0,028 ns	
(C x PL)	1	0,038 ns	0,028 ns	0,034 ns	0,009 ns	0,188 ns	0,131 ns	0,125 ns	12521,531 ns	0,026 ns	
(C x TS)	1	0,690 *	0,676 ns	15,611 ns	33,517 **	3,283 **	0,591 **	11,281 **	140450,000 **	4,670 **	
(PL x TS)	1	0,720 *	3,413**	73,65945 **	1,466 ns	0,144 ns	0,291 *	4,500 **	178951,531 **	2,150 *	
(R x C x PL)	3	0,354 ns	0,758 ns	12,105 ns	0,763 ns	0,062 ns	0,234 **	1,646 *	62703,281 *	0,767 ns	
(R x C x TS)	3	0,064 ns	0,033 ns	5,689 ns	2,456 *	0,014 ns	0,044 ns	0,219 ns	15224,333 ns	1,012 ns	
(R x PL x TS)	3	0,106 ns	1,034 ns	0,869 ns	2,041 *	0,174 ns	0,551 **	4,229 **	53405,198 *	1,337 ns	
(C x PL x TS)	1	0,003 ns	0,057 ns	56,31258 **	0,001 *	0,705 **	0,028 ns	0,781 ns	253,125 ns	0,295 ns	
(R x C x PL x TS)	3	0,174 ns	1,631 *	5,235 ns	1,013 ns	0,082 ns	0,362 **	3,052 **	9939,542 ns	1,959 *	
Resíduo	96	0,137	0,459	5,644	0,747	0,07945	0,05456	0,458	17031,286	0,505	
CV%		1,355	0,839	29,520	3,299	4,77184	5,28133	0,782	6,460	2,107	

*, ** e ns; significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo

Tabela 7.2. Resumo da análise de variância da germinação (GM), primeira contagem (1ª CP), comprimento de plântula (CP), pureza física (PF), umidade (UM), percentagem de línter (PL) e danos mecânicos (DM). Campina Grande, PB.

F.V.	G.L	Variáveis							
		GM (%)	1ª CT (%)	CP (%)	PF (%)	UM (%)	PL (%)	DM (%)	
Rotações (R)	3	78,841 ns	130.708 ns	1,827 ns	0,332 ns	0,196 ns	1,697 ns	156,195 **	
Cultivares (C)	1	5791,570 **	2888.000 **	0,695 ns	7,945 **	197,515 **	505,620 **	134,070 **	
Processos de Limpeza (PL)	1	21,945 ns	112.500 ns	1,060 ns	0,764 ns	0,239 ns	0,080 ns	5,695 ns	
Tipos de Serras (TS)	1	431,445 ns	1378.125 **	7,272 *	0,341 ns	0,044 ns	5,445 ns	0,070 ns	
(R x C)	3	210,695 ns	353.583 ns	0,470 ns	0,322 ns	0,094 ns	1,797 ns	2,154 ns	
(R x PL)	3	125,904 ns	411.750 *	5,687 **	0,788 ns	0,133 ns	0,861 ns	1,695 ns	
(R x TS)	3	78,654 ns	40.208 ns	1,579 ns	0,829 ns	0,229 ns	0,172 ns	5,320 ns	
(C x PL)	1	33,008 ns	10.125 ns	0,360 ns	3,389 *	0,133 ns	0,451 ns	5,695 ns	
(C x TS)	1	845,633 *	162.000 ns	1,290 ns	0,114 ns	0,965 ns	2,101 ns	1,320 ns	
(PL x TS)	1	516,008 *	684.500 *	5,108 *	0,046 ns	0,452 ns	2,101 ns	7,508 ns	
(R x C x PL)	3	557,299 **	941.375 **	6,973 **	0,036 *	0,198 ns	0,900 ns	17,404 *	
(R x C x TS)	3	40,008 ns	113.083 ns	0,739 ns	0,858 ns	0,642 ns	0,774 ns	1,029 ns	
(R x PL x TS)	3	564,383 **	422.917 *	2,896 ns	2,277 *	0,530 ns	2,064 ns	2,216 ns	
(C x PL x TS)	1	897,820 **	1431.125 **	5,116 *	0,467 ns	0,003 ns	0,405 ns	11,883 ns	
(R x C x PL x TS)	3	732,862 **	882.208 **	8,064 **	1,119 ns	0,789 ns	3,074 ns	2,966 ns	
Resíduo	96	125,518	140.875	1,264	0,745	0,464	1,596	5,809	
CV%		13,386	15,272	41,236	0,87709	5,538	10,140	34,319	

*, ** ens. ; significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo

Tabela 7.3. Resumo da análise de variância das características tecnológicas da fibra de algodão em função da máquina e cultivares. Campina Grande, PB.

F.V.	G.L	Variáveis									
		CPM	UNF	IFC	RST	ALG	MIC	MAT	IF	NEPS	
Máquinas (M)	1	0,202 ns	1,156 ns	35,402 **	7,426 ns	0,202 *	0,040 ns	0,562 ns	113906,250 *	5256,250 ns	
Cultivares (C)	1	87,422 **	135,141 **	1793,522 **	534,766 **	31,360 **	26,010 **	280,562 **	3800550,250 **	560252,250 **	
(M x C)	1	0,090 ns	0,141 ns	27,040 **	2,326 ns	0,250 **	0,002 ns	1,562 *	552,250 ns	7656,25 ns	
Resíduo	12	0,047	0,298	2,081	1,60104	0,025	0,015	0,187	12993,917	2641,918	
CV%		0,808	0,683	9,554	4,809	3,058	3,114	0,504	5,629	18,251	

*, ** e ns; significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo

Tabela 7.4. Resumo da análise da variância das variáveis germinação; primeira contagem; comprimento de plântula; pureza física; percentagem de línter; danos físicos e danos mecânicos de algodão em função das máquinas e cultivares. Campina Grande, PB.

F.V.	G.L	Variáveis					
		Germinação (%)	1ª Contagem (%)	Comprimento de plântula (%)	Percentagem de línter (%)	Pureza física (%)	Danos mecânicos (%)
Máquinas (M)	1	49,000 ns	64,000 ns	13,177 *	9,797 **	23,474 **	2,250 ns
Cultivares (C)	1	1444,000 **	2209,000 **	138,768 **	28,516 **	0,562 ns	36,000 *
Interação (M x C)	1	1,000 ns	36,000 ns	11,323 *	17,057 **	2,190 *	1,000 ns
Resíduo	12	36,167	67,5000	2,27872	0,235	0,45944	5,708
CV%		7,159	10,302	22,476	7,142	0,69364	33,532

*, ** e ns; significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo

Tabela 7.5. Avaliação e validação do descaroador móvel e prensa enfardadeira no beneficiamento do algodão com do município de Prata, PB.

Produtor	Algodão em Caroco (kg)	Caroco (Kg)	Fardo (Kg)	Tempo (min)	Nº de prensagens /fardo	Capacidade (Kg/h)
1 Adeilsa Procopio da Silva	228	138,7	80	120	8	114,0
2 Anselmo Coelho da Silva	187	108	75	118	6	95,1
3 Adjair Miguel da Silva	186	99	78	119	6	93,8
4 Adalberto Clemente de Souza	129	70	51,7	101	4	76,6
5 Claudenor da Silva Morais	75	45	29,3	57	4	78,9
6 Paulo Roberio de Siqueira	173	100,25	72	108	6	96,1
7 Paulo Roberto Paz de Siqueira	193	112,5	79	140	6	82,7
8 Severino João da Silva	182	100,7	70,9	120	6	91,0
9 Abdon de Lemos	180,3	101,8	70,2	128	6	84,5
10 Robson Andrade	185,9	110,1	71,4	132	6	84,5
11 Sebastião Antônio dos Santos	203,2	123,6	79,1	154	7	79,2
12 Geraldo C. de Araújo	209,7	126,6	81,9	159	6	79,1
13 Francisco de Assis Lira Mota	199,6	118,3	80,1	150	6	79,8
Média	179,4	104,2	70,7	123,5	6	87,3

Tabela 7.6. Características tecnológicas da fibra das cultivares de algodões da Embrapa

Cultivares	Variáveis				
	Porcentagem de fibra (%)	Comprimento (mm)	Resistência (gf/tex)	Micronaire ($\mu\text{g} / \text{pol}^2$)	Uniformidade (%)
BRS Safira	32,0	25,0	24,2	4,8	79,2
BRS Aroeira	39,8	29,0	32,0	5,0	82,8
BRS 187 8H	35,3	29,2	28,0	4,0	82,0

Tabela 7.7. Distribuição das frequências da análise de dados.

Produtores	Variáveis (itens)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	4	3	4	4	2	4	4	1	1	1	1	4	4	4
2	1	1	4	4	3	2	2	2	1	4	3	1	4	4	4
3	2	1	4	1	2	2	4	2	1	1	1	1	4	4	4
4	2	1	3	4	2	3	2	2	3	1	1	1	4	3	4
5	1	1	3	4	1	4	4	4	1	1	1	1	3	4	4
6	1	1	2	2	2	4	4	4	1	1	1	1	4	3	4
7	2	2	3	3	3	2	2	2	3	1	1	1	3	3	3
8	1	2	4	4	2	2	4	2	1	3	4	4	4	3	3
9	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	1	3	3	4
10	1	1	2	4	1	3	4	4	1	1	1	1	4	3	4
11	1	1	3	4	1	3	2	3	1	2	1	1	4	4	3
12	2	1	3	4	1	4	4	3	4	1	3	1	4	3	4
13	2	1	3	1	1	4	2	2	1	1	3	1	4	4	4

* A porcentagem foi calculada: frequência observada das escalas (1,2,3 ou 4) x 100/13.