

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM DESCAROÇADOR DE 20
SERRAS PARA O BENEFICIAMENTO DO ALGODÃO**

MARIA ELESSANDRA RODRIGUES ARAÚJO

**AREIA, PB
2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM DESCAROÇADOR DE 20
SERRAS PARA O BENEFICIAMENTO DO ALGODÃO**

MARIA ELESSANDRA RODRIGUES ARAÚJO

**AREIA, PB
2008**

MARIA ELESSANDRA RODRIGUES ARAÚJO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM DESCAROÇADOR DE 20
SERRAS PARA O BENEFICIAMENTO DO ALGODÃO**

**Tese apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Agronomia do Centro de
Ciências e Agrárias da Universidade
Federal da Paraíba, em cumprimento às
exigências para a obtenção do grau de
Doutor.**

**Comitê de orientação: Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida
Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva**

**AREIA, PB
2008**

MARIA ELESSANDRA RODRIGUES ARAÚJO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM DESCAROÇADOR DE 20
SERRAS PARA O BENEFICIAMENTO DO ALGODÃO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Doutor.

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida – Presidente

Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

Dr. Humberto Silva

Dr. Jorgeson Pinto Gomes Pereira

Dra. Maria Elita Martins Duarte

AREIA, PB

2008

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente, guiando e iluminando nossos caminhos, dando força e coragem, principalmente nos momentos mais difíceis.

Aos orientadores Francisco de Assis Cardoso Almeida e Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva pela orientação, interesse, estímulo e valiosos ensinamentos durante a realização deste trabalho.

Aos professores Humberto Silva, Jórgeson Pinto Gomes Pereira e Maria Elita Martins Duarte por ter aceite participar como examinadores.

À Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação. A Embrapa Algodão e Universidade Federal de Campina Grande pela contribuição prestada para a realização desta pesquisa.

A meus irmãos: Marcondes e Milton, irmãs: Estela, Lúcia, Mércia, Márcia e sobrinhos: Artur, Rodolfo, Renata, Max e Luzia pelo apoio, carinho e dedicação.

Ao Michel pela dedicação, carinho e paciência.

Aos amigos, Valeria Márcia, Ailton, Mário, Socorro, Valdinei, Heretiano, João Felinto, e todos aqueles que contribuíram para realização deste trabalho. A todos meu muito obrigado.

*A minha família em especial a meu esposo
Michel, minha filha Daniele e aos meus
pais, Raimundo e Maria pelo exemplo de
dignidade, dedicação e amor.*

*Minha admiração, respeito, gratidão e
meu amor.*

*É graça divina começar bem. Graça maior
insistir na caminhada certa. Mas a graça
das graças é não desistir nunca.*

D. Helder Câmara

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XI
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1.INTRODUÇÃO	2
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Importância do algodoeiro	6
2.1.1. Origem	6
2.1.2. Variedade	6
2.1.3. Importância econômica	7
2.2. Máquinas descaroçadeiras	8
2.3. Qualidade da fibra e do fio de algodão	9
2.4. Necessidade do desenvolvimento de descaroçador de 20 serras para o pequeno cotonicultor do nordeste do brasil	14
2.4.1. Descaroçadores convencionais – mini-usina de 50 serras	15
2.4.2. Descaroçadores convencionais – 90 serras	15
2.5. Avaliação dos descaroçadores em função das fibras	16
2.6. Avaliação dos descaroçadores em função das sementes	17
2.6.1. Danos mecânicos	17
2.6.2. Viabilidade	19

3.MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Local de trabalho e matéria prima	23
3.2 Etapas	23
3.2.1 Etapa I – Desenvolvimento e construção do descaroçador de 20 serras	23
3.2.2 Etapa II – Caracterização do descaroçador de 20 serras	24
3.2.3 Etapa III – Avaliação do descaroçador de 20 serras frente a usinas convencionais	25
3.3 Determinações físicas	25
3.3.1. Análise de pureza	26
3.3.2. Conteúdo de línter	26
3.3.3. Danos mecânicos	27
3.4. Análise da qualidade fisiológica	28
3.4.1 Teste de germinação	28
3.4.2. Vigor	28
3.4.2.1. Primeira contagem do teste de germinação	28
3.4.2.2. Comprimento de plântula	28
3.5. Análise das características tecnológicas da fibra do algodão	29
3.6. Delineamento experimental	29
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	33
4.1. Seqüência das etapas de desenvolvimento do descaroçador de 20 serras	33
4.2. Seqüência das etapas de funcionamento do descaroçador de 20 serras	37
4.3. Avaliação do descaroçador de 20 serras em função da fibra	39
4.4. Avaliação do descaroçador de 20 serras em função das sementes	44
4.5. Comportamento do descaroçador de 20 serras frente aos descaroçadores de 50 e 90 serras	54
4.5.1. Características tecnológicas da fibra	54
4.5.2. Qualidade física e fisiológica das sementes	55
5. CONCLUSÕES	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Páginas
3.1. Descaroador de 20 serras	24
3.2 Danos leves obtidos em microscópio do tipo esteroscopio, com 16 vezes de aumento.	27
3.3 Danos severos obtidos em microscópio do tipo esteroscopio, com 16 vezes de aumento.	27
4.1. Foto do descaroador de 20 serras (a) com detalhe do dispositivo para regulagem da quantidade de línter (b).	33
4.2. Representação esquemática do interior do descaroador de 20 serras em escala reduzida.	34
4.3. Representação esquemática e foto do conjunto de cilindro de serras e costelas.	35
4.4. Representação esquemática e foto do cilindro de escovas.	36
4.5. Representação esquemática do conjunto condensador.	36
4.6 Caixa acumuladora (a); Câmara de descaroadamento (b); Cilindro de escova (c); cilindro de serras (d); Bandeja para recepção das sementes (e); condensador e rolo (f)	38

LISTA DE TABELAS

Tabela	Páginas
3.1. Valores das características da fibra de algodão, obtidos no HVI, para sua classificação em categorias.	30
3.2. Valor do comprimento médio do algodão, obtidos no HVI, para sua classificação em categoria.	31
4.1. Resumo da análise de variância das características tecnológicas da fibra, beneficiada no descaroçador de 20 serras. Campina Grande, PB, 2007.	39
4.2. Valores médios das características da fibra de algodão em função dos fatores rotação, tamanho da amostra, posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. Campina Grande, PB.	41
4.3. Valores médios da característica micronaire da fibra do algodão CNPA 7MH, para a interação rotação versus PDRL. Campina Grande, PB.	42
4.4. Valores médios da característica micronaire da fibra do algodão CNPA 7MH, para a interação tamanho da amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.	42
4.5. Valores médios das características comprimento médio e grau de amarelamento da fibra do algodão CNPA 7MH, para a interação rotação versus tamanho da amostra. Campina Grande, PB.	43
4.6. Resumo da análise de variância para germinação e vigor. Campina Grande, PB.	44
4.7. Valores médios da germinação e vigor para a interação rotação versus tamanho da amostra. Campina Grande, PB.	45
4.8. Valores médios de germinação e primeira contagem da germinação para a interação tamanho da amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.	46
4.9. Valores médios de germinação e primeira contagem da germinação para a interação rotação versus PDRL. Campina Grande, PB.	47
4.10. Resumo da análise de variância para a pureza física e danos mecânicos das sementes do algodão CNPA 7MH. Campina Grande, PB.	48
4.11. Valores médios da pureza física (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação rotação versus tamanho de amostra. Campina Grande, PB.	48
4.12. Valores médios da pureza física (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação tamanho de amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.	49
4.13. Valores médios da pureza física (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em	49

função da interação rotação versus PDRL. Campina Grande, PB.	
4.14. Valores médios de danos mecânicos (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação rotação versus tamanho de amostra. Campina Grande, PB.	50
4.15. Resumo da análise de variância do conteúdo de línter (%) da semente algodão CNPA 7MH. Campina Grande, PB.	51
4.16. Valores médios do conteúdo de línter (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação rotação versus tamanho de amostra. Campina Grande, PB.	51
4.17. Valores médios do conteúdo de línter (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação tamanho de amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.	52
4.18. Valores médios do conteúdo de línter das sementes (%) de algodão CNPA 7MH em função da interação rotação versus PDRL. Campina Grande, PB.	53
4.19. Resumo da análise de variância do rendimento (%) da fibra do algodão CNPA 7MH. Campina Grande, PB.	53
4.20. Valores médios do rendimento de fibras (%) do algodão CNPA 7MH em função da interação tamanho da amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.	54
4.21. Efeito do beneficiamento do algodão CNPA 7MH com diferentes descaroçadores sobre as cinco características tecnológicas da fibra. Campina Grande, PB.	55
4.22. Efeito do beneficiamento do algodão CNPA 7MH com diferentes descaroçadores sobre a viabilidade das sementes. Campina Grande, PB.	56
4.23. Efeito do beneficiamento do algodão CNPA 7MH com diferentes descaroçadores sobre pureza física, conteúdo de línter e danos mecânicos. Campina Grande, PB.	57

Resumo

A cultura algodoeira é uma atividade agrícola de reconhecida importância socioeconômica, principalmente para o Nordeste brasileiro. No entanto, a comercialização do algodão nesta região é realizada na forma de algodão em caroço retirando do pequeno produtor, a possibilidade de agregar valor à sua produção. Para que a agricultura familiar se fortaleça, é necessário que seja agregado valor à sua produção, o que pode ser efetuado através da instalação de equipamentos simples, compactos e itinerantes, que beneficiarão o algodão no próprio local de produção. Portanto, à luz do que foi exposto, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e avaliação de um descaroçador de 20 serras de algodão. O descaroçador de 20 serras idealizado é composto basicamente, dos seguintes componentes: caixa acumuladora de algodão; cilindro descaroçador de algodão constituído de 20 serras de diâmetro de 495,30 mm; cilindro de escovas de diâmetro de 350 mm ; cilindro condensador de 600 mm; chassi formado de chapas e cantoneira em aço; um motor elétrico de 5 CV, trifásico com chave de acionamento, polias e correias para transmissão de rotações. Determinaram-se dez características tecnológicas da fibra do algodão no HVI (High Volume Instruments), bem como rendimento, pureza física, conteúdo de línter, danos mecânicos, germinação e vigor. A avaliação do descaroçador de 20 serras deu-se em comparação as máquinas de 50 e 90 serras amplamente utilizadas pelas usinas de beneficiamento de algodão no Nordeste brasileiro. Os melhores resultados deu-se para o descaroçador de 20 serras trabalhando a rotação de 344 rpm com posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter, A (PDRL) e tamanho de amostra de 600 g; permitindo concluir que: Após o processamento de descaroçamento as sementes provenientes do descaroçador de 20 serras foram menos danificadas, apresentaram-se mais limpas, e com maior porcentagem de germinação, e que o mesmo é tão eficiente quanto as máquinas de 50 e 90 serras tradicionalmente usadas nas usinas de beneficiamento, cumprindo plenamente o objetivo do trabalho, que foi de atender principalmente os pequenos cotonicultores que trabalham na agricultura familiar.

Palavras-chave: Descaroçadores de algodão, desenvolvimento de máquinas, fibras de algodão

Abstract

The cotton culture is an agric activity of recognized socioeconomic importance, especially for the Brazilian Northeast, where all the cotton is produced by small farmers, forming an important source of employment and income in the countryside. However, the cotton in this region is commercialized with its seeds, which takes from the small producer the chance of adding value to his production. To strengthen the family agriculture, it's necessary to adjoin value to its production, what can be done through installing simple equipments, compacts and itinerants, which will benefit the cotton in its own producing place. Disposing that way, fiber for commercialization along with the textile industry and the local handcraft, especially in the colored cotton case, the seeds for the new plantings, and its surplus for animal feeding. Hence, at the light of what was exposed, for the reason of the rising demand of raw material (fiber) by the textile industry and by the local handcrafting, this job had as goal the development and evaluation of a 20 saws cottonseed delinter. The 20 saws delinter is composed basically, by the following components: a cotton storing box; a cotton delinting cylinder constituted by 20 saws with 495.30 mm in diameter; a cylinder with brushes with 350 mm in diameter; a cylinder with condensers with 600 mm; a frame made by plates and strand of steel; a 5 CV three-phase electric motor with start key, pulleys and bands for rotation transmission. Ten cotton fiber's technologic characteristics were determined on HVI (*High Volume Instruments*), as well as its profit, physic purity, linter content, mechanic damage, germination and vigor. The evaluation of the 20 saws delinter was done in assessment with 50 and 90 saws machines widely used by the cotton benefiting factories in Brazilian Northeast. The best results were from the 20 saws working at 344 rpm aiming the device to regulate the amount of linter, "A" (PDRL) and with sample size was 600 g; consenting to be concluded that: After the process of delintering, the seeds proceeding from the 20 saw delinter were less damaged, shown up to be more clean, and with higher germination percentage, and that the same is as efficient as the 50 and 90 saws traditionally used in the benefiting factories, completely fulfilling the work goal, that was to attend especially the small cotton farmers that works in the family agriculture.

Keywords: cotton delintering , machinery developing, cotton fibers.

1. INTRODUÇÃO

O algodão presta uma significativa contribuição à economia brasileira. Sendo cultivado em dezesseis estados; cobrindo uma área de 1.096,8 milhões de hectares; movimentando o negócio de 30 mil empresas, responsáveis por 1,45 milhões de empregos diretos e faturamento anual de U\$ 22 bilhões (CONAB, 2008). Por sua grande tolerância à seca, a cultura do algodoeiro constitui-se em uma das poucas opções para cultivo em regiões semi-áridas, podendo fixar o homem ao campo, gerar emprego e renda no meio rural e urbano. É, portanto, uma atividade de grande importância social e econômica.

Os pequenos cotonicultores, integrantes da agricultura familiar, com exceção daqueles organizados nas estruturas dos complexos agroindustriais e/ou no sistema de cooperativas, têm poucas possibilidades de comercializar a produção diretamente com os mercados consumidores, ou de retê-la, aguardando melhores preços.

Em geral, vendem o produto aos atravessadores que percorrem as unidades produtivas, desqualificando e pagando o preço que melhor lhes convém. Desse modo, o lucro da pequena atividade do produtor é transferido para o atravessador que exporta ou vende diretamente o produto para a agroindústria.

Na atualidade o conceito de pequena produção, tem se desassociado dos conceitos de agricultura familiar, baixa produtividade, baixa produção, baixa capitalização, baixa modernização e, em alguns casos, baixa qualidade. Já existe no Brasil um número crescente de proprietários de pequenas áreas que se dedicam principalmente à produção de algodão e outros produtos de alto valor comercial (FREIRE et al., 2000). Estes diferem dos pequenos produtores tradicionais por adotarem tecnologia moderna, possuírem níveis de instrução mais elevada e estarem ligados a grandes grupos e/ou cooperativas (usinas) de beneficiamento.

No Brasil, o processo de descaroçamento do algodão é realizado por usinas que na sua grande maioria, utilizam máquinas de 120, 90 e 50 serras. Estas usinas requerem elevados custos de implementação e grande volume de algodão, restringindo o uso dessa tecnologia a pequenos produtores que integram a agricultura familiar em especial.

Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de uma descaroçadora de pequeno porte e móvel para atender aos pequenos cotonicultores, especialmente os inseridos nos programas de agricultura familiar promovidos pelo governo brasileiro, como forma de sustentar e promover a retomada dessa cultura no Nordeste do Brasil, cuja expansão do cultivo do algodão ficou limitado pela carência de máquina de beneficiamento, especialmente, ao alcance do pequeno produtor.

A qualidade do trabalho de uma máquina descaroçadora de algodão depende de sua correta operação, das características do equipamento e do próprio destino do produto, e não se pode deixar de considerar os efeitos diferenciados como descaroçamento e deslintamento.

A região Nordeste, em particular os estados da Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia, pretende estimular a cotonocultura, incorporando também, sistemas de produção e tecnologia voltados ao pequeno produtor, tornando-o um competitivo cotonocultor de fibras, como é o caso da Paraíba que já trabalha com a agricultura familiar.

Esta iniciativa exige, dentro da cadeia têxtil, mudanças visando à participação do pequeno produtor nesses novos tempos. Para que este cenário se modifique é necessário que estes produtores sejam contemplados com inovações tecnológicas, e uma descaroçadora de pequeno porte e móvel, tecnicamente tão eficiente quanto às existentes no mercado que possa ser-lhes acessível e forneça igual qualidade da fibra quanto as suas características tecnológicas, assim como as físicas e fisiológicas da semente é, no momento, o reclame maior dos pequenos cotonicultores que desejam vislumbrar o novo perfil da cotonocultura nacional e que a ela almejam inserir-se.

Assim, este trabalho teve como objetivo geral desenvolver e avaliar um descaroçador de 20 serras de algodão que atenda aos cotonocultores da agricultura familiar, aos laboratórios de fibra e produtores de sementes. Os objetivos específicos foram:

1. Projetar e construir um descaroçador de 20 serras para atender, especialmente, aos pequenos cotonocultores.

2. Estudar o desempenho do descaroçador de 20 serras, considerando as características físicas e fisiológicas das sementes, e a qualidade das fibras quanto suas características tecnológicas após o descaroçamento.
3. Validar o descaroçador de 20 serras, comparando-o à eficiência das máquinas de 50 e 90 serras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importância do algodoeiro

2.1.1. Origem

As primeiras referências sobre o algodoeiro datam de muitos séculos antes de Cristo. Nas Américas, há evidências de que civilizações Incas utilizavam para o artesanato têxtil, em virtude dos vestígios milenares encontrados no Peru. No Brasil, à época do descobrimento, os indígenas já cultivavam o algodoeiro, utilizando a fibra na confecção de tecidos, o caroço amassado e cozido na alimentação, e o sumo das folhas como remédio (RESENDE e MOURA, 1990).

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), denominado de algodão anual ou herbáceo é uma das quatro espécies cultivadas mundialmente para produzir fibra de algodão (Lee, 1984). Esta espécie é explorada em grandes áreas nas regiões tropicais e subtropicais, é responsável por 90% da produção mundial, e tem grande importância social no Brasil. O produto colhido é denominado algodão em caroço e é composto pela pluma (fibra) e pelo caroço. A fibra é utilizada na indústria de fiação e o caroço na alimentação animal e humana (FUZZATO, 1999).

2.1.2. Variedade

As mudanças no sistema de produção para áreas extensas e com o uso intensivo de mecanização e insumos têm levado os pesquisadores a buscar uma maior diversificação de cultivares. O melhoramento genético no Brasil sempre foi direcionado a atender os interesses dos produtores, beneficiadores e também à indústria têxtil. Desta maneira, sempre se objetivou a obtenção de cultivares produtivos, com resistência múltipla a doenças, pragas e a outros fatores de ambiente, com bom rendimento em fibra e características tecnológicas da fibra compatíveis com as exigências da indústria têxtil (CARVALHO, 1999).

Uma cultivar que tem se destacado para as condições de cultivo no Nordeste do Brasil é a CNPA 7MH, por sua alta produtividade (até 2.200 kg ha⁻¹) em cultivo de sequeiro, e irrigados com produtividade de até 4.000 kg ha⁻¹. O rendimento de fibra varia de 36 a 37%, possui excelente comprimento de fibra (29,3mm no HVI – SL 2,5%), boa uniformidade (82 a 85%), resistência de fibra média a forte, boa maturidade,

finura média, alongamento médio com alto grau de reflexão e ciclo de aproximadamente 130 dias após o plantio (EMBRAPA, 2003).

2.1.3. Importância econômica

A cultura do algodoeiro herbáceo apresenta relevante importância econômica e social no Brasil e no mundo e está situada entre as dez maiores fontes de riqueza no setor agropecuário brasileiro. Segundo dados do CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2008), a cultura do algodoeiro está presente em dezessete estados brasileiros sob as mais variadas condições de ambiente e ocupa cerca de 1.096,8 milhões de hectares. Dessa área, tem-se uma produção anual de 2.441,8 mil toneladas de algodão em caroço ou cerca de 1,6 milhões de toneladas de pluma. Em termos gerais, a oferta nacional do algodão em caroço poderá totalizar 4,0 milhões de toneladas 2,1% (83,8 mil toneladas) superior à temporada passada. Desse total, 61,0% (2,4 milhões de toneladas) são de caroço e 39,0% (1,56 milhões de toneladas) são de pluma.

Moraes (1997) mencionou que além de sua importância direta, a cultura algodoeira tem importante efeito multiplicador na economia nacional, tornando-se um dos grandes sustentáculos e absorvendo significativa mão-de-obra, pois os segmentos abrangidos e o seu processamento, compreendendo produção, beneficiamento, fiação, tecelagem e confecção, correspondem a uma significativa parcela da nossa economia. Do lado da demanda de insumos, seu cultivo exige significativas quantidades de fertilizantes e corretivos. Além disso, incrementa a demanda por máquinas e implementos, defensivos e sementes.

Além da fibra, seu principal produto, o algodoeiro produz diversos subprodutos de grande importância econômica, destacando-se o linter, que corresponde a cerca de 10% da semente do algodão; o óleo bruto, média de 15,5% da semente; a torta, que é quase a metade da semente; além da casca e do resíduo (4,9% do total). Como cultura industrial, o algodão tem na sua cadeia produtiva diversos setores que empregam e/ou fornecem ocupação, desde o campo até a indústria de confecção e, em nível de produção primária na região Nordeste, cerca de 70% do custo de produção total da cultura desta malvacea, representa mão-de-obra, o oposto das demais regiões do Brasil e dos países produtores, que empregam elevado nível tecnológico, também com grande agressão ambiental, devido ao uso significativo de pesticidas (EMBRAPA, 2003).

A cultura do algodão herbáceo representa um dos sustentáculos do semi-árido nordestino, sendo muito importante para a geração de ocupação no meio rural e para a distribuição de renda, sendo que o algodão produzido, em termos de qualidade intrínseca, é um dos melhores do mundo, com grau de reflectância dos mais elevados, além de fibra de elevada uniformidade de comprimento (EMBRAPA , 2003).

2.2. Máquinas descaroçadeiras

As primeiras tentativas para separar a fibra da semente foram realizadas a mão; posteriormente, na Índia, aparecerem máquinas pequenas, muito simples, denominadas de “Churka”, que podem ser consideradas como precursoras dos descaroçadores de rolo. A partir deste modelo, o americano Jones McCarty 1740, desenvolveu o descaroçador de rolo, que revolucionou a prática do beneficiamento do algodão, e cujo modelo e princípios de funcionamento deu origem aos modernos descaroçadores da atualidade, que hoje são utilizados para o beneficiamento de algodão de fibra longa e extra longa ou em operações de caráter experimental. A técnica de extração consiste em submeter o algodão em caroço ao contato de um rolo de cobertura áspera (couro) que auxiliado por duas navalhas, uma fixa e outra móvel, retiram a fibra das sementes, este processo preserva as propriedades intrínsecas da fibra, porém apresenta limitações em relação a capacidade de beneficiamento por unidade de tempo (BELTRÃO, 1999)

Em 1792, o americano Eli Whitney desenvolveu um descaroçador de serras. O órgão principal desta máquina era um cilindro de madeira onde estava inserido ganchos de ferro para extrair a fibra das sementes, auxiliado por um outro cilindro de escovas para completar a operação. Em 1796, outro americano chamado Henry Ogden Holmes, inventou o descaroçador de serras, porém, com costelas. Essas invenções foram o começo da indústria de máquinas para beneficiamento do algodão (BELTRÃO, 1999)

Com o crescimento e demanda por melhores descaroçadores, as companhias começaram a aparecer com inovações a partir de 1930, no entanto, sem a preocupação com os efeitos do beneficiamento sobre as características tecnológicas da fibra.

Os descaroçadores de serras modernos são de uso universal e se destinam ao beneficiamento de algodão de fibra média e curta, funcionam através de serras circulares com dentes de passo, formato e inclinação especial, que giram por entre as costelas. O processo de extração ocorre quando a fibra engancha-se nos dentes das serras e é arrastada por entre as costelas para uma outra posição, onde é retirada dos

mesmos através de operações mecânicas ou pneumático. Esses equipamentos apresentam grande capacidade operacional e normalmente são constituídos de cilindros de 50, 90, 120 e 150 serras, com diâmetro de 12” e 18”, necessitam de ajustes e regulagens especiais e cuidados permanentes. Esta operação pode afetar as características físicas da fibra, exceto a resistência e o micronaire (SILVA et al., 2005)

2.3. Qualidade da fibra e do fio de algodão

A fibra do algodão, apesar da forte concorrência das fibras sintéticas e artificiais, ainda é o principal insumo têxtil do mundo, em razão dos méritos indiscutíveis de suas características físicas: comprimento, uniformidade de comprimento, finura, maturidade, resistência, alongamento, cor, brilho e sedosidade, as quais transferem para o fio e tecido e confecção, dando-lhes diversidade de aplicação e beleza, além de sensação de bem esta a quem as usa (SANTANA e WANDERLEY, 1995).

O desenvolvimento da fibra do algodão dura cerca de 50 a 60 dias (da antese até abertura do capulho) e inclui quatro estágios: iniciação, alongamento, síntese da parede secundária e maturação (KIM e TRIPLETT, 2001).

Durante a fase de alongamento da fibra, há o desenvolvimento de uma fina parede celular primária, que é expansível, e ao final desta fase, a fibra terá determinado seu comprimento. As fibras atingem o máximo comprimento em torno de 25 dias após fertilização (OOSTERHUIS, 1999). Antes do final da fase de alongamento (em torno de 16 dias após antese), há o início da fase de deposição de celulose sobre a parede primária, formando a parede secundária, ocorrendo um espessamento da fibra, continuando até a abertura do capulho. Devido a uma sobreposição de fases, as fibras estão simultaneamente alongando-se e depositando a parede secundária. Assim, o diâmetro e, portanto, o perímetro e a finura da fibra do algodão não são fixados durante a iniciação da fibra, mas mudam de forma dinâmica, durante o seu desenvolvimento. O diâmetro pode ser alterado por condições ambientais como seca, causando fibras curtas com diâmetro aumentado (SEAGULL, et al., 2000).

Dentre os componentes químicos da fibra do algodão, a celulose é o que se encontra em maior proporção qual seja 94%, cuja cadeia é constituída por moléculas de glicose e sua disposição na cadeia tem importante papel nas características físicas da fibra (SANTANA, 1998).

As características tecnológicas da fibra de algodão, apesar de serem condicionadas por fatores hereditários, sofrem decisiva influência dos fatores ambientais. Chiavegatoe et al. (1999) estudando o efeito do ambiente e de cultivares nos componentes da produção e nas características tecnológicas da fibra e do fio de algodão, concluíram que a influência do ambiente nas características estudadas (produção, massa de 5 capulhos, massa das sementes, porcentagem de fibra, comprimento da fibra e as características tecnológicas da fibra e do fio) foi, em geral, muito superior à de cultivar. Dessa forma, a grande variação nas características da fibra é devida ao ambiente, independentemente da variedade. Melhorias no ambiente não resultam, necessariamente, em melhorias na qualidade da fibra e do fio, garantindo somente a capacidade genética das variedades para a qualidade da fibra. A variedade, somente, não garante a boa qualidade da fibra a ser produzida, mas depende também da interação do genótipo com o ambiente.

Dentre as características da fibra, o índice micromaire e a maturidade foram as que variaram mais sob influência do ambiente. A única característica da fibra que mostrou correlação de dependência com a produção foi o comprimento da fibra. Segundo Bradow e Davidonis (2000) o comprimento da fibra é considerado genótipo-dependente, mas as flutuações do ambiente de crescimento, resultantes das variações sazonais e anuais do clima e aquelas induzidas pelas práticas culturais e aplicação de insumos, modulam a amplitude e a média do comprimento das fibras nos experimentos, no fardo e no campo.

A classificação da fibra foi realizada manualmente por muitos anos por classificadores treinados e experientes, que classificavam o algodão pelo tipo, levando em consideração, entre outros aspectos, comprimento da fibra, limpeza, aparência e cor (SANTANA, 1998). Nas últimas décadas, os tecnólogos passaram a compreender a importância de outras características de interesse na determinação do valor final da fibra do algodão. Desta forma, passou-se a estudar métodos e utilizar equipamentos modernos que permitem avaliar, com precisão e rapidez, as características da fibra do algodão (SANTANA e WANDERLEY, 1995)

Nos anos 80, os Estados Unidos da América do Norte começaram a utilizar, em caráter experimental, os novos equipamentos HVI “High Volume Instruments”, e já em 1993, a safra norte-americana, em torno de 16.145 mil fardos de algodão, teve a classificação oficial efetuada, na sua totalidade, através deste equipamento.

O sistema HVI é a combinação de aparelhos de medição usados para acessar quantitativamente as características físicas das fibras do algodão, que podem fornecer informações rapidamente e em maior quantidade e com tanta precisão quanto às classificações e ensaios laboratoriais. O HVI, modelo 900 da SPINLAB/ZELLWEGER USTER, instalado no Laboratório de Fibras e Fios do Centro Nacional de Pesquisa de algodão, determina as seguintes características físicas da fibra do algodão: percentagem de impureza, comprimento de fibra a 2,5% “*Span Length*”, e a 50% “*Span Length*”, uniformidade de comprimento, índice de fibra curtas, micronaire, resistência, alongamento, reflectância (Rd), e grau de amarelamento (\bar{b}), grau de cor e tipo de algodão (SANTANA et al., 1998).

O **micronaire** (finura em $\mu\text{g}/\text{pol}$) se destina a medir o diâmetro externo da fibra ou a área da seção transversal da fibra ou, ainda, a massa por unidade de comprimento (título da fibra) e representa atualmente com um conjunto de todos esses fatores, aliados a sua maturidade. Essa característica exerce forte influência na eficiência de limpeza, na eficiência de remoção do *nep*, no índice e quebra de fibras, no índice de fibras *flutuantes* e nos índices de ruptura dos materiais em processo nas máquinas, que compõem a cadeia do algodão, conseqüentemente na resistência, na uniformidade de massa dos fios e no tingimento de fibras fios e tecidos. As fibras que apresentam um baixo valor de índice micronaire podem causar *neps* nos fios e tecidos. Porém, se as fibras forem verdadeiramente finas e maduras, conseqüentemente serão fortes. Logo, muito desejadas, mas devem ser processadas com muita atenção, pois são delicadas e podem sofrer agressões e danos. Caso as fibras sejam finas e imaturas, serão fracas, conseqüentemente sofrerão rotura e formarão *neps*, a partir do processo de colheita do algodão no campo até o processamento têxtil (SESTREN e LIMA, 2007).

A **resistência** da fibra é a força, em gramas, requerida para romper um feixe de fibras em tex, que equivale à massa em gramas de 1000 (mil) metros de fibra. Quando expressa gf/tex é a resistência ou tenacidade, que é divisão de força máxima pela densidade linear, ou seja, título de fibra (SESTREN e LIMA, 2007).

O **alongamento** permite verificar a elasticidade à tração de um material têxtil e dá uma idéia sobre a fiabilidade desejada, assim como as possibilidades do tratamento posterior.

No tocante a resistência e alongamento à ruptura das fibras de algodão com o processo industrial e os produtos têxteis, é de fundamental importância enfatizar que a resistência e o alongamento à ruptura das fibras têm forte relacionamento com a

resistência dos fios e tecidos. Fibras fortes geram fios e tecidos resistentes. Conseqüentemente, promovem menores índices de ruptura nas várias etapas que compõem o processo têxtil, impactando de forma positiva na produtividade, na qualidade e nos custos (SESTREN e LIMA, 2007).

A resistência e o alongamento à ruptura suportam e absorvem altos impactos e as altas tensões impostas pelas altas velocidades das máquinas que compõem os processos têxteis. Também contribuem quase que diretamente sobre as propriedades físicas dos tecidos, tais como resistência, alongamento, toque e resiliência, dentre outras (SESTREN e LIMA, 2007).

O comprimento da fibra de uma mesma semente tem comprimento variado, sendo mais curta na ponta da semente e mais longa na parte oposta. Além dessa variação, tem-se também efeito de beneficiamento, que poderá danificar a fibra, aumentando essa irregularidade. Esta característica tem importância direta na resistência do fio (fibras mais longas acomodam-se melhor na torção do fio) e no seu aspecto (fibras mais longas produzem fios menos peludos por apresentarem menos pontas). Uma menor variação de comprimento das fibras permite melhor regulagem nas escardas e menos perda por resíduo, uma vez que uma variação alta pode provocar pontos irregulares no fio (pontos finos, pontos grossos e neps) (BOLSA DE MERCADORIA E FUTUROS, s.d).

A **cor** do algodão normalmente depende da variedade, podendo ser branco ou ligeiramente creme ou creme, ou ainda dependendo de agentes químicos e fisiológicos, podem apresentar manchas amarelas vermelhas ou mesmo tonalidade avermelhada. No processo industrial, essas variações poderão acarretar problemas, especialmente no setor de tinturaria e acabamento (BOLSA DE MERCADORIA E FUTUROS, s.d.).

A **refletância (Rd)** é a quantidade de luz refletida de um objeto. É medida sobre uma escala preta em branca, que varia de 0 a 100 unidades de Rd. A fibra do algodão varia de 40 a 85 Rd. Altos valores de Rd indicam fibras claras (SANTANA et al.,1995).

O grau de amarelamento (amarelecimento) das fibras é o valor correspondente ao amarelamento das fibras com ajuda de um filtro amarelo. Índice de amarelamento (+b). Este valor expressa o amarelamento da luz refletida pelas fibras do algodão. A faixa para a fibra do algodão varia de 4 a 18 (SESTREN e LIMA, 2007).

Os valores das variáveis Rd e +b são utilizados para determinação da cor. A classificação do algodão quanto ao tipo é obtido por meio da definição da cor de uma amostra de algodão, combinando com conteúdo de impureza.

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Mato Grosso (1999) considera as características tecnológicas de fibras para o algodão branco relacionadas a seguir como sendo ideais para a indústria têxtil nacional:

- Comprimento da fibra 2,5%: 30 a 34 mm
- Resistência da fibra (gf/tex) = 26,0
- Finura (Micronaire: $\mu\text{g/pol}$): 3,6 a 4,2
- Uniformidade da fibra (UR): 45 a 46%
- Maturidade da fibra: 75 a 85%
- Elongação: = 7,0
- Refletância (Rd): = 70
- Graus de amarelamento (+b): =10
- Índice de fibras curtas (SFI): = 3,5

Com relação aos aspectos qualitativos da fibra, a característica do comprimento influencia o valor econômico por determinar a resistência do fio e proporcionar tecidos mais finos. Entretanto, com a modernização das fiações, visando o aumento de produtividade e qualidade do produto final, o comprimento da fibra não será uma das características mais importantes nos novos princípios de fiação, e sim, a finura e a resistência (BARBOSA e NOGUEIRA JÚNIOR, 2001).

A mudança de perfil da cotonicultura nacional, passando de um sistema produtivo totalmente manual para o mecanizado, indica uma necessidade dentro da cadeia têxtil, de uma rápida melhoria da qualidade da matéria prima visando atender as necessidades da indústria nacional. Dentro da cadeia têxtil, o setor de fiação e tecelagem é o que tem maior índice de modernização de equipamentos nos últimos anos. Para os novos sistemas de fiação, as características de qualidade da fibra mais importantes são: a resistência, finura (micronaire), comprimento e pureza (BARBOSA e NOGUEIRA JÚNIOR, 2001).

A indústria têxtil brasileira procura fibra com comprimento, finura, resistência e cores adequadas às suas necessidades. Entre os fatores mais importantes, estão ainda os índices de fibras curtas e neps. As fábricas aceitam até 250 neps por grama. Acima disso, a classificação da pluma cai muito.

Um dos grandes desafios da cotonicultura brasileira é a produção de fibra de elevada qualidade. Esta é dependente da cultivar, de fatores ambientais, de práticas de

manejo e do processo de beneficiamento. Em função da modernização da indústria têxtil, o fator qualidade da fibra vem tendo a sua importância aumentada. Assim, a coloração do algodão, a quantidade de impurezas e as características intrínsecas da fibra são fundamentais (SANTANA e WANDERLEY, 1995).

2.4. Necessidade do desenvolvimento de descaroçador de 20 serras para o pequeno cotonicultor do Nordeste do Brasil

O algodão produzido no Cerrado é fundamentado no modelo de agricultura empresarial, com plantio de grandes áreas individuais e alto nível tecnológico, onde se obtém elevadas produtividades, gerando na fase primária (algodão bruto) uma relação custo/benefício satisfatória, que se torna ainda mais significativa com o processo de descaroçamento do algodão dentro da própria unidade produtiva, viabilizando agregação de valor ao produto pela venda da pluma e do caroço, diretamente para a indústria (ANUÁRIO DO ALGODÃO, 2004). Já no Nordeste, o perfil de pequenas propriedades faz com que o agricultor em geral venda o produto em rama para descaroçadores. Este modelo de comercialização retira do pequeno agricultor plantador de algodão, a possibilidade de agregar valor à sua produção, transferindo esses ganhos ao usineiro. Para agregar essa parte da rentabilidade à remuneração dos produtores foi concebida a mini-usina. O ganho pode ser 50% superior ao obtido com a venda do algodão em caroço. Com a mini-usina, os pequenos, de forma conjunta, conseguem beneficiar a safra na comunidade e, vender a pluma e os subprodutos diretamente para a indústria têxtil. Eliminando, assim, o intermediário, o que ganha contornos muito positivos na tentativa de acrescentar valor à produção primária e estimular iniciativas associativistas (SILVA et al.2002).

A pouca abrangência do número de usinas no Nordeste possibilitou o desenvolvimento das mini-usinas de beneficiamento de algodão de 50 serras, composta por uma máquina de descaroçamento de 50 serras e uma prensa hidráulica, para enfardamento da fibra, desenvolvida para associações ou cooperativas de pequenos produtores, cujos resultados de agregação de valor à produção alcançam valores da ordem de 120%, se o produtor comercializar a pluma e o caroço; e 700%, se comercializar a semente e a fibra em relação ao sistema tradicional de venda da produção (SILVA et al., 2001). Mas, a mini-usina, além de ser estacionária, contempla uma área de plantio de no mínimo 350 ha chegando até 700 ha de algodão, necessitando

do deslocamento da produção até a unidade de beneficiamento, além de necessitar de uma infra-estrutura de galpão e de energia de tamanho considerável.

2.4.1. Descaroçadores convencionais – mini-usina de 50 serras -

A mini-usina é composta 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 desempelotar, 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 atuam 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., 2002).

2.4.2. Descaroçadores convencionais – 90 serras

O descaroçador de 90 serras 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 desempelotar, peneirar e retirar as impurezas contidas no algodão a ser descaroçado; uma estrutura externa, feita em chapa para suportar um eixo dotado de 90 serras, com diâmetro 12”, que atuam 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.

2.5. Avaliação dos descaroçadores em função das fibras

O beneficiamento ou a boa preparação do algodão são processos fundamentais para alcançar a melhor valorização do produto, tanto no mercado doméstico quanto no cenário internacional, uma aspiração cada vez mais concreta da cadeia produtiva brasileira. O beneficiamento inadequado causado por alguns problemas tais como: calibrações erradas no circuito da usina; a rotação fora de padrão em algum equipamento, excesso de alimentação nos descaroçadores, falta de controle da umidade e secagem inadequada, e colheita malfeita, promovem defeitos na pluma que fazem com que o classificador rebaixe o tipo e se tenha, assim, um deságio pesado na valorização do produto (ANUÁRIO DO ALGODÃO, 2003).

A máquina descaroçadora é o equipamento mais importante do beneficiamento, pois é nele que se realiza a separação da fibra da semente, existindo dois tipos de máquinas: de rolo e de serras. A máquina de rolo é usada para o beneficiamento de fibras longas ou em operação de caráter experimental, preservando as propriedades intrínsecas da fibra, porém, com limitações em relação à capacidade de beneficiamento por unidade de tempo. Já os descaroçadores de serras são de uso universal e se destinam ao beneficiamento de algodão de fibra média e curta. No entanto, as fibras quando beneficiadas nestas máquinas geralmente perdem em comprimento e em uniformidade.

Queiroga et. al (1994) avaliando a influência do beneficiamento nas características tecnológicas da fibra de algodão herbáceo, submetidas aos descaroçadores de serra com as rotações de 400, 550 e 700 rpm em relação ao de rolo com rotação de 350 rpm, constataram que, o descaroçador de rolo teve um desempenho superior em relação aos descaroçadores de serra para as variáveis de comprimento de fibra. Por outro lado, o descaroçador de rolo permitiu a obtenção de fibras pelo menos 1 mm maior que o descaroçador de serras. Ambos os tipos de descaroçadores não afetaram a finura nem a resistência à ruptura das fibras. Esses resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Freire et al (1984) e Silva et al. (2002) quando enfatizam que o descaroçador de serra reduz o comprimento e a uniformidade das fibras e não afeta as demais características.

Silva et al. (2002) estudando o efeito de três processos de beneficiamento sobre as características intrínsecas e extrínsecas da fibra do algodão, concluíram que o beneficiamento com máquinas de rolo resultou em valores maiores do comprimento da fibra, da uniformidade e da fiabilidade, e menores índices de fibra curta, em relação ao

beneficiamento com máquinas de serras. E que a fibra obtida do beneficiamento com a mini-usina de 50 serras apresentou maior número de neps g^{-1} , enquanto no produto obtido na máquina de rolo se constatou maior quantidade de *trash* (sujeira).

Araújo et. al. (2005) avaliando a influência de distintos descaroçadores sobre características tecnológicas da fibra do algodão, observaram que ocorreram danos na fibra em função do uso das máquinas de serra (50 e 80 serras), apresentando efeito negativo as características de comprimento e uniformidade da fibra, quando comparado com a fibra beneficiada em máquina de rolo. Anthony (1990) afirma que qualquer atividade ou processo mecânico de colheita, beneficiamento e/ou de fiação poderá influenciar diretamente nas características intrínsecas e extrínsecas da fibra.

Jerônimo et al. (2006 a) estudando a influência de descaroçadores sobre as características tecnológicas da fibra de algodão, observaram que as variáveis: comprimento médio, uniformidade de comprimento, índice de fibras curtas, CSP e *micronaire*, houve igualdade estatística nas máquinas de 50 e 80 serras. Porém, quando se analisam em conjunto as três máquinas, nota-se que a máquina de rolo foi estatisticamente superior às máquinas de serra para as variáveis: comprimento médio, uniformidade de comprimento e CSP. Estes resultados encontram apoio nos trabalhos desenvolvidos por Freire et al. (1984) e Silva et al. (2002). Ambos afirmam que as máquinas de serra alteram, de forma consistente, essas características. Em relação ao *micronaire*, observou-se que não houve diferença significativa entre as máquinas de serra e rolo, o que concorda com os resultados obtidos por Freire et al. (1982); Mangialardy Júnior, et al. (1988). Queiroga et al. (1994), uma vez que esta variável é dependente de fatores genéticos e climáticos e, portanto, não é afetada por fatores mecânicos, como o beneficiamento.

2.6. Avaliação dos descaroçadores em função das sementes

2.6.1. Danos mecânicos

O beneficiamento de sementes constitui-se em uma etapa essencial na produção de sementes de alta qualidade, visto que a semente precisa ser beneficiada e manipulada de forma adequada, caso contrário, os esforços anteriores para o desenvolvimento do material e as técnicas culturais para a produção das sementes podem ser perdidas.

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

O dano mecânico é uma das principais causas das reduções na qualidade da semente. Danos físicos são todos os tipos de danos causados às sementes por processos mecânicos de manejo, que se realizam durante a colheita, secadores e nas máquinas de beneficiamento. O dano pode ser provocado por choques, impactos e abrasões das sementes contra superfícies, principalmente metálicas. A cada impacto, a semente se torna mais sensível à injúria mecânica, ocorrendo um aumento do número de danos e, conseqüentemente, uma redução na porcentagem de sementes viáveis para germinar (CAMPOS e PESKE, 1995).

Conforme o tipo, o dano mecânico provocado nas sementes é classificado em duas categorias: uma, é chamada de “dano visível” ou imediato, que pode ser observado pela análise visual e corresponde a tegumentos quebrados, cotilédones separados e/ou quebrados. A outra categoria é chamada de “dano invisível” ou latente (trincas microscópicas e abrasões), correspondendo ao dano que irá se manifestar no período de armazenamento, com a queda do vigor e da viabilidade das sementes (FRANÇA NETO e HENNING, 1984).

Muitos trabalhos têm dado ênfase aos efeitos do dano na qualidade das sementes. Além de provocar rachadura na semente, o descaroçamento pode provocar o rompimento do tegumento da semente e dano no cotilédone, que servem como meio de entrada de microorganismos. O efeito deletério é mais drástico quando o dano atinge a ponta da radícula, promove a ruptura do eixo hipocótilo ou causa fissura na junta do cotilédone com o eixo embrionário, ocasionando uma redução na capacidade de germinação da semente e subsequente vigor da plântula (SMOLDERS, 1987; PATIL et al., 1988).

Segundo Oliveira et al. (2005), um dos principais fatores que dificultam na obtenção de sementes de boa qualidade é o dano mecânico ocorrido nos diversos equipamentos de uma unidade de beneficiamento de sementes.

Jerônimo (2005) argumenta que sementes de algodão severamente danificadas durante a colheita e o beneficiamento, sofrem reduções em sua qualidade fisiológica, sendo estas passíveis de serem detectadas pelos testes de vigor e germinação.

Silva et al. (2006) constataram que os danos causados pelo descaroçamento mecânico podem aumentar o metabolismo das sementes e promover a proliferação de fungos, causando redução do vigor e aceleração do processo de deterioração das sementes durante o armazenamento.

Jerônimo et al. (2006 b) avaliando o efeito de distintos descaroçadores sobre a qualidade física de sementes de algodão, constataram que, para a totalidade dos danos (leves + severos) as máquinas de serra provocaram percentual maior de danos nas sementes quando comparado com a máquina de rolo. Estas constatações estão de acordo com Paiva et al. (2000) que consideram que a intensidade e a gravidade dos danos mecânicos causados às sementes na operação de beneficiamento, dependem do tipo de equipamentos utilizados e que sementes beneficiadas a velocidades mais elevadas apresentam comprometimento quanto a sua integridade física. Desta forma, justificam-se os gastos com ajustes e calibração dos equipamentos visando aumentar a eficiência dos descaroçadores, para que não ocorram danos às sementes (ALMEIDA et al., 2004)

Um dos principais fatores que determinam a qualidade das sementes encontra-se 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. Silva et al. (2002) constataram que o trash (sujeira) e a percentagem de material não fibroso foram menores no algodão descaroçado nas máquinas de serra em relação à máquina de rolo. Resultados semelhantes foram encontrados por Jerônimo et al. (2006 b), os quais identificaram 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.

2.6.2. Viabilidade

A qualidade da semente é expressa pela interação de quatro componentes: genético (características intrínsecas do cultivar, no que diz respeito à produtividade, resistência a pragas e doenças, etc.); fisiológico (potencial de longevidade da semente e à sua capacidade para gerar uma planta perfeita e vigorosa); físico (pureza física do lote e condição física da semente) e sanitário (efeito prejudicial provocado pelos insetos e microrganismos associados às sementes, desde o campo até o armazenamento) (POPINIGIS, 1985).

Para Almeida et al. (1997), a utilização de sementes de boa qualidade é um fator importantíssimo para a lucratividade das culturas de interesse econômico, pois possibilita a obtenção de boa emergência no campo e de plantas vigorosas e uniformes, com reflexos diretos na produtividade.

Jerônimo et al. (2006 b) avaliando os efeitos dos descaroçadores de rolo, 50 e 80 serras, sobre a qualidade fisiológica da semente de algodão, observaram efeitos latentes nas sementes danificadas, e que estes se manifestam em menor percentagem de viabilidade nas sementes obtidas na máquina de 80 serras. Também, foram observados valores distintos de matéria seca em relação aos descaroçadores e às cultivares. O descaroçador de rolo foi mais eficiente na qualidade da semente da cultivar BRS 187 8H, superando os descaroçadores de serras. No entanto, quanto a cultivar BRS 200 Marrom, o descaroçador de 80 serras foi mais eficiente em relação aos demais descaroçadores. Este comportamento deveu-se à velocidade de rotação das máquinas, visto que os descaroçadores de 80 serras, por trabalhar a uma rotação de 700 rpm compactam mais as sementes que os de 50 serras (600 rpm), e este por sua vez, mais que o de rolo cuja rotação é de 270 rpm. Uma consequência deste fato é a diminuição na viabilidade das sementes por afetar, provavelmente, o eixo embrionário.

Araújo et al. (2005) comparando a eficiência dos descaroçadores de 50, 80 e 90 serras com a máquina de rolo por meio da avaliação de qualidade fisiológica nas sementes de algodão, verificaram que as sementes beneficiadas nos diferentes tipos de descaroçadores de serras não diferiram estatisticamente entre si. Apesar da não significância entre os descaroçadores de serras as máquinas de 50 e 80 serras, destacaram-se pelo seu elevado percentual de germinação, em média de 91 e 89,25% respectivamente. Já as sementes beneficiadas na máquina de rolo apresentaram um menor percentual de germinação quando comparadas com os descaroçadores de serras. Resultados semelhantes foram encontrados por Jerônimo et al. (2005) que constataram a superioridade da germinação das sementes quando beneficiadas em descaroçadores de serra em relação aos de rolo. Resultados estes divergentes dos encontrados por Queiroga et al. (1994), que estudando o efeito de diferentes beneficiamentos na germinação das sementes de algodão observaram valores de germinação maiores nas sementes que foram beneficiadas em máquina rolo.

O desempenho do cultivo do algodoeiro está diretamente relacionado com a qualidade das sementes utilizadas, e atualmente, as entidades envolvidas com tecnologia de sementes procuram desenvolver pesquisas relacionadas com a qualidade fisiológica

das mesmas, e, a cada dia obtém-se resultados promissores que, aliados, contribuem para sanar os principais problemas enfrentados pelos cotonicultores, a qualidade das sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de trabalho e matéria prima

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Pré-Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da unidade acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e em conjunto com os laboratórios de Fibra e de Sementes da Embrapa Algodão em Campina Grande na Paraíba.

O algodão em caroço, da variedade CNPA 7MH, foi proveniente de campos irrigados de produção de sementes da Embrapa Algodão, colhido no ano agrícola de 2007, na Estação Experimental da EMEPA, Fazenda Veludo, no município de Itaporanga, PB.

Os experimentos foram conduzidos em três etapas. Onde na primeira construiu-se o descaroador de 20 serras; na segunda etapa, o mesmo foi avaliado quanto ao rendimento operacional e as características tecnológicas da fibra, e características físicas e fisiológicas da semente; e por último, em uma terceira etapa, considerou-se sua eficiência quanto ao rendimento e as características analisadas na segunda etapa, em comparação com as máquinas descaroadoras de 90 e 50 serras utilizadas pelas usinas de beneficiamento.

3.2 ETAPA

3.2.1 Etapa I – Desenvolvimento e construção do descaroador de 20 serras

O descaroador 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 (Figura 3.1. b), e compõe-se das seguintes partes principais: caixa acumuladora de algodão para alimentação manual; cilindro descaroador de algodão, constituído de 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 CV, trifásico

com chave de acionamento, polias e correias para transmissão de rotações (Figura 3.1. a)



Figura 3.1. Descaroador de 20 serras

3.2.2 Etapa II – Caracterização do descaroador de 20 serras

Para avaliação do desempenho do descaroador de 20 serras foram realizados testes com intuito de estabelecer a velocidade de trabalho em função das polias, e ajustar o posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter, variando o posicionamento e o tamanho da amostra que alimenta a máquina.

A rotação das serras foi alterada mediante a substituição da polia do motor que aciona o descaroador de 20 serras, sendo utilizadas as polias de 70, 80 e 100 mm de diâmetro para a obtenção das rotações de 304, 344 e 429 rpm, respectivamente. As velocidades medidas nas polias dos descaroadores foram determinadas em um Tacômetro modelo VENTURE, com leitura máxima de 50.000 rotações por minuto (rpm). As diferentes quantidades de algodão utilizadas na câmara de descaroadamento (300, 600, 900, 1100g) foram obtidas por determinação de sua massa, em balança analítica de precisão. Para o dispositivo de regulagem da quantidade de línter (aberturas) foram testados três posicionamentos (A, B e C). Depois da separação da semente das fibras, estas foram submetidas às avaliações quanto às características tecnológicas da fibra, e as físicas e fisiológicas da semente.

3.2.3 Etapa III – Avaliação do descaroçador de 20 serras frente a usinas convencionais

A avaliação do descaroçador de 20 serras deu-se mediante análise estatística das análises individuais das características tecnológicas das fibras, e das físicas e fisiológicas das sementes realizadas em cada máquina (usinas e descaroçador de 20 serras). As quantidades de algodão em rama utilizadas nas máquinas de 90 e 50 serras foram de 60 kg em quatro repetições de 15 kg; e as utilizadas no descaroçador de 20 serras foram 0,6 kg por repetição, totalizando 2,4 kg, que corresponde ao melhor desempenho trabalhando com 344 rpm e posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter “A”.

As avaliações constaram da determinação da percentagem de fibra e das principais características físicas definidas pelo USDA (Departamento Norte-Americano de Agricultura), determinadas pelo equipamento HVI (High Volume Instruments), modelo 900 Spinlab Zellweger Uster, dez características intrínsecas da fibra, quais sejam: índice micronaire ($\mu\text{g/pol}$), comprimento (mm), uniformidade de comprimento (%), índice de fibras curtas (%), índice de fiabilidade (CSP), resistência (g/tex), alongamento (%), reflectância (%Rd), maturidade e grau de amarelo (+b), e das características físicas (pureza e danos mecânicos) e fisiológicas (germinação e vigor) das sementes.

Para a caracterização e convalidação do descaroçador de 20 serras foram conduzidos ensaios de determinação das características tecnológicas da fibra, assim como, avaliações físicas e fisiológicas das sementes, com se segue:

3.3 Determinações físicas

Antecedendo aos ensaios, realizou-se o deslntamento das sementes, empregando-se ácido sulfúrico comercial (65/66 Bé), sobre a massa de sementes a ser deslntadas, na proporção de 01 litro do ácido para 7 kg de sementes. Imediatamente após a retirada das sementes do processo de deslntamento, foi feita uma lavagem em água corrente, e em seguida, procedeu-se à 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, foram expostas à

secagem natural. Depois desse procedimento realizou-se a análise de pureza, o conteúdo de línter e as análises de germinação e vigor.

3.3.1. Análise de pureza

A pureza física das sementes deslindadas nas usinas convencionais e no descaroçador de 20 serras foi obtida com quatro repetições de 350 g e 100 g, respectivamente. As sementes foram previamente peneiradas durante um minuto em uma peneira de furo redondo de 2 mm de diâmetro, visando eliminar as pequenas impurezas (partículas) existentes em cada amostra. Para o cálculo das impurezas, pesaram-se todas as partículas presentes na amostra; assim como, as sementes defeituosas, os fragmentos de sementes de outras espécies, além de todo e qualquer material estranho que não semente, as quais foram acrescentadas àquelas que passaram através da peneira. A percentagem da pureza (Eq. 1) foi determinada pela relação entre a massa das sementes puras e a massa total da amostra, conforme equação 1.

$$P_z = 100 \left[1 - \frac{m_i}{m_m} \right] \quad (1)$$

em que:

P_z - pureza física de sementes, %

m_i - massa de impureza, g

m_m - massa total da amostra, g

3.3.2. Conteúdo de línter

Após o descaroçamento, tomaram-se duas amostras de 25 g cada para o conhecimento do conteúdo de línter. As sementes foram deslindadas em ácido sulfúrico e lavadas com água corrente para a remoção do excesso do ácido e do resíduo. Depois desse procedimento, as amostras foram secas em estufa a 105°C por 24 horas, sendo então determinada a massa em balança analítica de precisão. A percentagem de línter foi calculada pela diferença de massa entre a amostra deslindada e a não deslindada.

3.3.3 Danos mecânicos

Logo depois da separação da fibra da semente realizada pelas máquinas de 20, 50 e 90 serras, os danos foram avaliados visualmente com o auxílio de uma lupa, em uma amostra tomada aleatoriamente de 200 sementes sem línter, com peso de aproximadamente 10 gramas, correspondendo a cada tratamento em que cada semente foi examinada individualmente. Os danos mecânicos foram classificados em duas categorias. Os danos leves constituídos por sementes com rachões, trincas leves e fissura (Figura 3.2) e danos severos constituídos por sementes cortadas e quebradas (Figura 3.3).

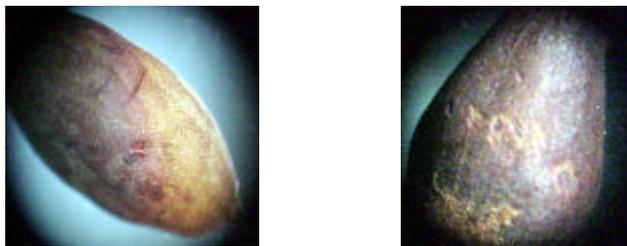


Figura 3.2 Danos leves obtidos em microscópio do tipo esterioscópico, com 16 vezes de aumento.



Figura 3.3 Danos severos obtidos em microscópio do tipo esterioscópico, com 16 vezes de aumento.

A porcentagem de danos mecânicos foi calculada através da expressão:

$$\%D = 100 \frac{d}{d+i}$$

em que:

% D – danos mecânico, %

d – número de sementes com danos mecânicos

i – número de sementes não danificadas ,

3.4. Análise da qualidade fisiológica

Da porção de sementes puras obtida da análise de pureza, depois do deslintamento, realizaram-se testes de germinação e vigor, seguindo os procedimentos adotados nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), para avaliação do potencial fisiológico das mesmas.

3.4.1 Teste de germinação

Conduzido com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em substrato de papel *germites*,^t umedecidas com quantidade de água equivalente a 3 vezes o peso do papel seco, organizados em forma de rolo e mantidos em recipientes plásticos, na posição de 45 ° em relação a vertical. A incubação deu-se em germinador tipo B.O. D e a temperatura de 25°C. As contagens foram realizadas aos quatro e doze dias após a semeadura, segundo critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais.

3.4.2. Vigor

Foi realizado o teste de primeira contagem da germinação e comprimento de plântulas, seguindo os procedimentos descritos por Vieira e Carvalho (1994) e as avaliações das plântulas em normais e anormais, conforme Brasil (1992).

3.4.2.1. Primeira contagem do teste de germinação

Realizado conjuntamente com o teste de germinação, registrando-se a percentagem de plântulas normais, obtidas no quarto dia após início de semeadura.

3.4.2.2. Comprimento de plântula

Este teste foi realizado com quatro repetições de 10 sementes por tratamento, semeadas sobre duas folhas de papel germitest a um 1/3 de altura destas, as quais posteriormente eram cobertas por uma terceira folha de papel, previamente umedecidas

em água destilada. As medições da plântula (radícula + hipocótilo) foram feitas com régua milimetrada no quarto dia depois da semeadura.

3.5. Análise das características tecnológicas da fibra do algodão

A metodologia utilizada nas análises obedece às normas internacionais para análise de fibras em instrumentos de alto volume (LIMA, 2004).

Previamente aos ensaios físicos, as amostras foram aclimatadas em atmosfera-padrão laboratorial (20°C e 65% U.R) por um período mínimo de 24 horas para obtenção de seu equilíbrio higroscópico. Após esse procedimento, as amostras foram ensaiadas em instrumento HVI (*High Volume Instruments*), modelo 900 SA *Spinlab Zellweger Uster*®, para determinação de suas características tecnológicas. As médias obtidas foram comparadas com os padrões estabelecidos, conforme a norma ASTM D 4605-86 (Tabela 3.1 e 3.2) e de acordo com Fonseca e Santana (2002); Lima (2004) e Sestren e Lima (2007).

3.6. Delineamento experimental

Nas determinações das características tecnológicas da fibra, e físicas e fisiológicas das sementes da etapa II, utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado disposto em fatorial 3 x 4 x 3, correspondendo a três rotações das serras (304, 344 e 429 rpm), quatro quantidades de algodão na câmara de descaroçamento (300, 600, 900 e 1100 g) e três posicionamentos do dispositivo para regulagem da quantidade de línter (A, B e C), realizado com quatro repetições.

Os dados dessas características, obtidos na avaliação do descaroçador de 20 serras em comparação com as máquinas de 50 e 90 serras, foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado 3 x 4, representado pelas máquinas descaroçadoras (descaroçador de 20 serras e máquinas de 50 e 90 serras), com quatro repetições.

O software utilizado na análise foi o ASSISTAT, Versão 7.5 (2008), e as médias, após análise de variância, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, conforme Santos et al. (2007).

Tabela 3.1 Valores das características da fibra de algodão, obtidos no HVI, para sua classificação em categorias.

CARACTERÍSTICAS	CATEGORIA
Micronaire ($\mu\text{g/pol}$)	
Menos de 3,0	Muito fina
3,0 a 3,9	Finas
4,0 a 4,9	Média
5,0 a 5,9	Grossa
Acima de 5,9	Muito grossa
Índice de uniformidade (%)	
Acima de 85	Muito uniforme
85 – 83	Uniforme
82 – 80	Média
79 -77	Irregular
Abaixo de 77	Muito regular
Resistência (gf/ tex)	
Acima de 31	Muito resistente
30 – 29	Resistente
28 – 26	Média
25 - 24	Intermediária
Abaixo de 23	Fraca

Fonte: Bolsa de Mercadoria e Futuros, 2004

Tabela 3.2 Valor do comprimento médio do algodão, obtido no HVI, para sua classificação em categoria

CATEGORIA	COMPRIMENTO DE FIBRA	
	SL 2,5 (%)	Comercial (mm)
Curta	Abaixo de 28,3	Abaixo de 28
Curta	24,6 a 26,5	28 a 30
Longa	28,6 a 30,2	32 a 34
Longa	30,9 a 31,7	34 a 36
Média	27,0 a 27,8	30 a 32
Muito longa	Acima de 32,5	Acima de 36

Fonte: Bolsa de Mercadoria e Futuros, 2004

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

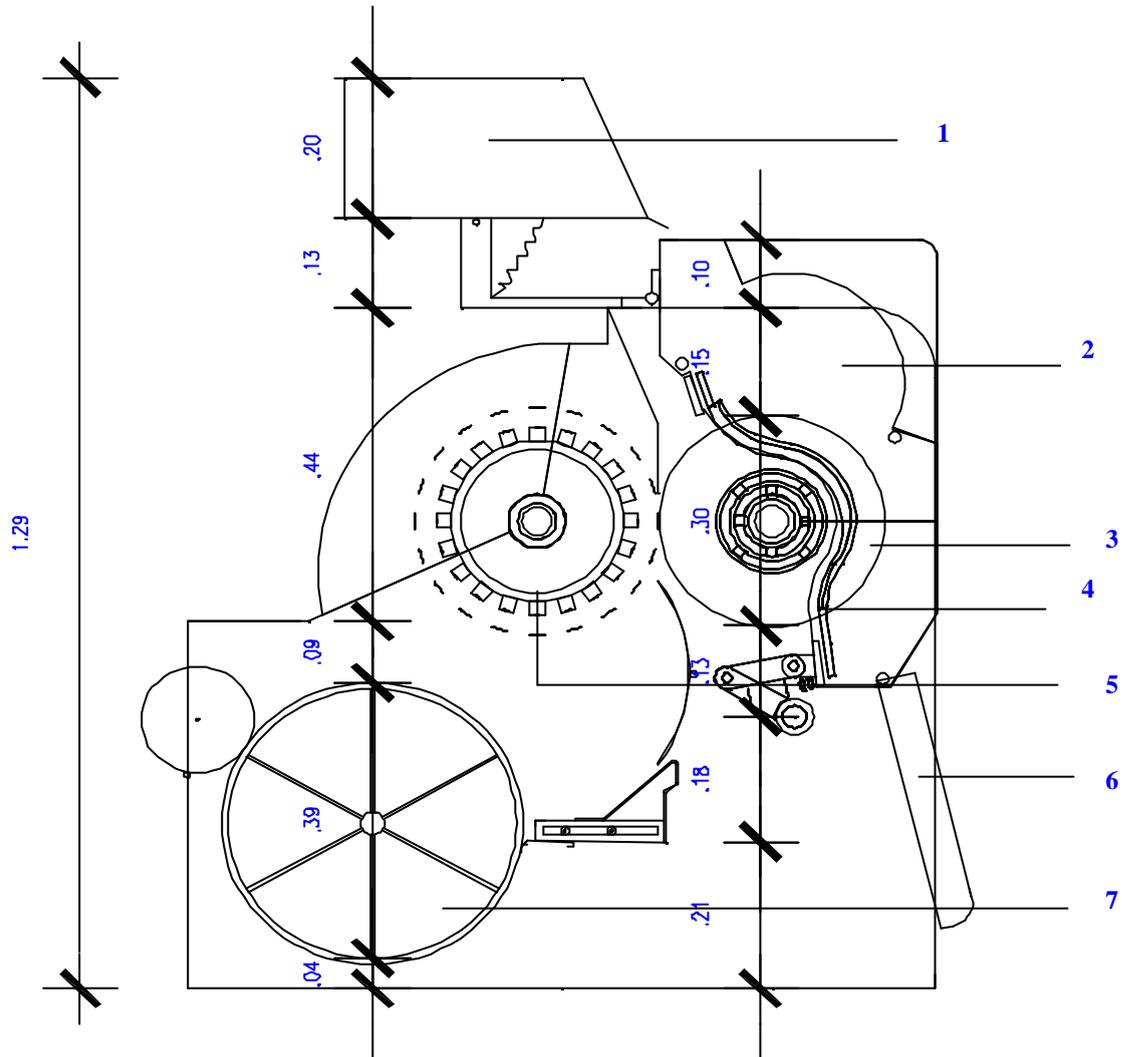
4.1. Seqüência das etapas de desenvolvimento do descaroçador de 20 serras

O descaroçador de 20 serras é uma máquina de concepção moderna, de simplicidade incomum, de poucas regulagens, as quais em parte dependem da habilidade de manejo do operador, a fim de se obter uma separação precisa das fibras preservando a suas qualidades (Figura 4.1).



Figura 4.1. Foto do descaroçador de 20 serras (a) com detalhe do dispositivo para regulagem da quantidade de línter (b).

As partes constituintes do descaroçador de 20 serras encontram-se no desenho esquemático na Figura 4.2., que consiste essencialmente dos seguintes dispositivos: armação estática (chassi), constituído de duas chapas de ferro de espessuras 6,35 mm, para a sustentação dos demais componentes da máquina; uma caixa acumuladora de algodão; câmara de descaroçamento de massa de algodão; dispositivo para regulagem da quantidade de línter (Figura 4.1. b); um cilindro constituído de 20 serras, um outro de escovas; um condensador; alavanca de deslocamento e acionamento do cilindro descaroçador de discos; um motor elétrico trifásico de 5 CV, 320-220 volts para acionamento dos dispositivos de beneficiamento, por meio de polias e correias, e chave de partida automática.



Legenda:

1. Caixa acumuladora de algodão
2. Câmara de descaroçamento
3. Cilindro de serras
4. Costelas
5. Cilindro de escovas
6. Bandeja para recepção das sementes
7. Condensador

Figura 4.2. Representação esquemática do interior do descaroçador de 20 serras em escala reduzida.

O sistema de descaroçamento ficou constituído por uma caixa acumuladora e câmara de descaroçamento com capacidade armazenadora de 3,5 e 2,5 kg, respectivamente; cilindro de serras de 300 mm de diâmetro, contendo 20 serras dentadas de 495,30 mm e costelas (Figura 4.3); dispositivo para regulação da quantidade de línter, constituído de uma grade de pinos, para aumentar ou diminuir a área de contato das serras com a massa de algodão.

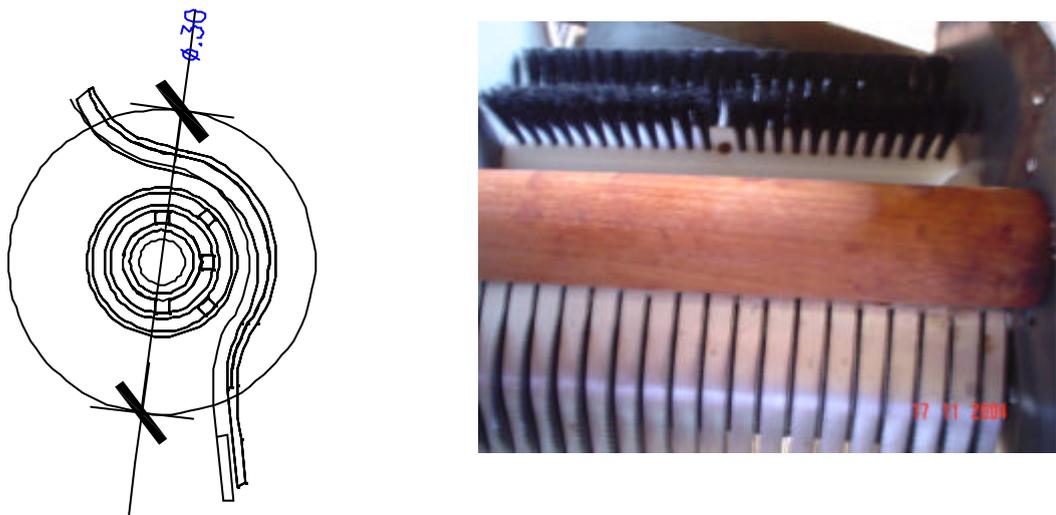


Figura 4.3. Representação esquemática e foto do conjunto de cilindro de serras e costelas.

Na Figura 4.4. encontra-se a representação esquemática e foto do cilindro de escovas de 230 mm desenvolvido para o descaroçador de 20 serras. O mesmo atua junto aos dentes das serras, em sentido inverso ao da rotação e com velocidade bem superior ao do cilindro de serra, tendo por finalidade retirar a pluma contida nos dentes e impulsioná-la para o condensador.

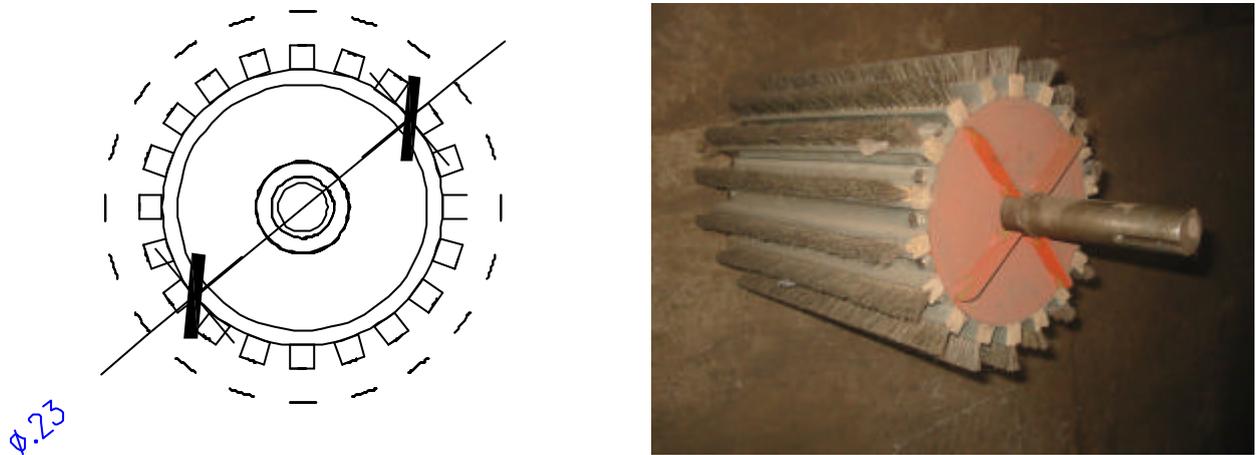


Figura 4.4. Representação esquemática e foto do cilindro de escovas.

O condensador é um cilindro construído de tela de arame galvanizado, de diâmetro de 380 mm e com baixa rotação, que atua como aglutinador da pluma (Figura 4.5).

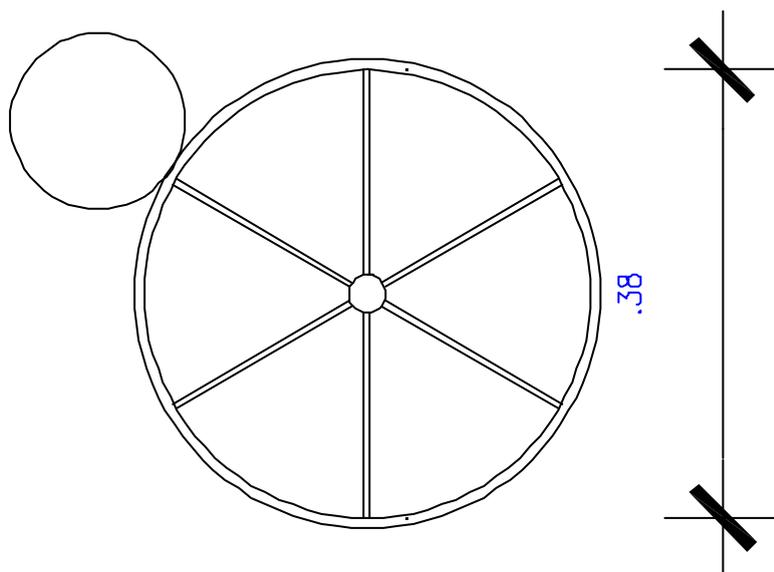


Figura 4.5. Representação esquemática do conjunto condensador.

4.2. Seqüência das etapas de funcionamento do descaroçador de 20 serras

O abastecimento do descaroçador de 20 serras é feito manualmente, colocando-se algodão em rama na caixa acumuladora (Figura 4.6. a), localizada na parte superior do mesmo. Em seguida, o algodão passa para a câmara de descaroçamento (Figura 4.6. b). Depois, aciona-se o motor para movimentar todos os dispositivos da máquina; logo após este procedimento, deve-se movimentar lentamente a alavanca de deslocamento do cilindro descaroçador de 20 serras (Figura 4.6. d), para que as mesmas penetrem na câmara de descaroçamento; e como as serras estão em rotação, o contato com o algodão depositado na câmara de descaroçamento formará um cilindro de massa de algodão em movimento contrário aos das serras. O descaroçamento ocorrerá pela ação dos dentes das serras na massa do algodão que se enganchará nas fibras e as conduzirá para fora da câmara de descaroçamento. Na etapa seguinte, as sementes desprovidas da pluma caem em uma pequena bandeja para serem ensacadas (Figura 4.6. e) e a pluma é conduzida para a parte posterior da máquina, onde se localiza o cilindro de escovas (Figura 4.6.c), que atua junto aos dentes das serras, em sentido inverso ao da rotação e com velocidade bem superior ao do cilindro de serra, e tem a finalidade de retirar a pluma contida nos dentes e impulsioná-la para o condensador (Figura 4.6. f) que atua como aglutinador da pluma, fazendo com que a mesma saia como uma manta por meio de rolos.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 4.6 Caixa acumuladora (a); Câmara de descaroçamento (b); Cilindro de escova (c); cilindro de serras (d); Bandeja para recepção das sementes (e); condensador e rolo (f)

4.3. Avaliação do descaroçador de 20 serras em função da fibra

Na Tabela 4.1 encontra-se o resumo da análise de variância dos dados obtidos para as características tecnológicas das fibras do algodão em função da rotação, tamanho da amostra e posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter (PDRL).

Em análise aos dados contidos nessa tabela, as características micronaire, resistência à ruptura, índice de uniformidade de comprimento e grau de amarelamento foram significativas para rotação. Observam-se, também, efeitos significativos para micronaire, comprimento médio de fibra, alongamento à ruptura e índice de fiabilidade, com o fator tamanho da amostra. Entretanto, para o PDRL as características estudadas não foram afetadas significativamente. Para a interação rotação versus tamanho da amostra, as variáveis entre comprimento médio e grau de amarelamento foram significativas, e micronaire foi significativa para rotações versus PDRL, e também uniformidade de comprimento e micronaire para a interação entre tamanho da amostra versus PDRL.

Tabela 4.1. Resumo da análise de variância das características tecnológicas da fibra, beneficiada no descaroçador de 20 serras. Campina Grande, PB, 2007.

F.V.	GL	Variáveis							
		MIC	STR	COMP	UNIF	IFC	ELON	CSP	+b
Rotação(R)	2	6,15**	7,25**	1,34ns	3,22 *	3,01ns	0,06ns	2,03ns	3,40 *
T,Amostra(T)	3	28,40**	1,78ns	15,9**	0,33ns	1,58ns	4,31**	3,14*	3,33 *
PDRL (P)	2	1,04 ns	0,13ns	1,04ns	0,12ns	0,39ns	0,38ns	0,48ns	0,24ns
RxT	6	2,18 ns	1,26ns	3,34**	1,21ns	1,64ns	1,88ns	1,15ns	6,36**
RxP	4	2,68 *	1,55ns	0,77ns	0,71ns	0,44ns	0,17ns	0,13ns	1,84ns
TxP	6	3,31 **	1,57ns	1,46ns	2,19ns	1,10ns	1,17ns	0,38ns	0,89ns
RxTxP	12	1,30 ns	1,54ns	0,95ns	0,18 *	2,04 *	1,25ns	1,44ns	1,38ns
Resíduo	108								
CV%		4,18	3,77	2,39	1,26	6,48	4,43	11,82	4,37

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

Mic = Índice de Micronaire ($\mu\text{g/pol}$); STR = Resistência a ruptura (g/tex); COMP = comprimento médio (mm); UNIF = Índice de uniformidade de comprimento (%); IFC = Índice de fibra curtas (%); ELON = Alongamento à ruptura (%); CSP = Índice de fiabilidade; MAT = Maturidade; +b = Grau de amarelamento; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

Os valores médios dos resultados das características de fibra de algodão em função dos fatores: rotação, tamanho da amostra e posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter (PDRL), encontram-se na Tabela 4.2. Todas as características tecnológicas analisadas foram influenciadas pelas rotações, exceto comprimento médio, índice de fiabilidade e alongamento a ruptura, e que as mesmas não foram afetadas quando beneficiadas pelo descaroçador de 20 serras trabalhando a 344 rpm, em relação às exigências estabelecidas pelos padrões de classificação da indústria têxtil nacional (FONSECA e SANTANA, 2002).

Estas alterações podem estar relacionadas com as variações que ocorrem dentro de cada cultivar em relação às características tecnológicas da fibra, que embora possam se enquadrar dentro de uma mesma categoria, existe uma faixa de variação na mesma que o teste estatístico pode avaliar como sendo efeito do beneficiamento. Fato que em parte encontra apoio nas afirmações de Freire et al. (1984) e Silva et al. (2002) ao afirmarem que o processo de beneficiamento não afeta de forma consistente, essas características.

Apesar de diferença estatística para uniformidade de comprimento entre as rotações, os valores obtidos não foram suficientes para afetar a resistência e a finura da fibra, conforme padrão estabelecido pela BM&F (2004), em que a uniformidade determinada permaneceu na categoria –uniformidade média .

Com relação ao tamanho da amostra, somente índice de uniformidade de comprimento e resistência à ruptura não foram alterados significativamente (Tabela 4.2), e a maior amostra (1100 g) foi estatisticamente superior para todas as variáveis, exceto para comprimento médio de fibra e índice de fiabilidade. Este fato deve-se provavelmente fator onde a amostra de 1100 g permanece por um período maior em contato com o cilindro de serras, promovendo desta forma a redução do comprimento médio da fibra.

Com relação à micronaire, evidenciam-se flutuações nos valores com uma tendência de aumento em relação ao tamanho da amostra, e que os valores obtidos enquadram a fibra desse algodão na categoria fibra fina utilizada pela indústria têxtil (FONSECA e SANTANA 2002).

As características tecnológicas da fibra não sofreram efeito do posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter (PDRL), não influenciando desta forma na qualidade da fibra, do ponto de vista das exigências da indústria têxtil.

Tabela 4.2. Valores médios das características da fibra de algodão em função dos fatores rotação, tamanho da amostra, posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. Campina Grande, PB.

Fatores	Variáveis						
	MIC	STR	COMP	UNIF	ELON	CSP	+b
a, Rotações							
304	3,87 b	33,93 a	29,96 a	82,57ab	8,65 a	149,22 a	8.60 ab
344	3,96a	33,63 ^a	29,83 a	82,89 a	8,64 a	150,10 a	8.69 a
429	3,85 b	32,97 b	30,07 a	82,35 b	8,67 a	146,31 a	8.49 b
b, T, Amostra							
300	3,86 b	33,71 a	30,06 a	82,72 a	8,52 b	150,61 a	8.54 ab
600	3,78 b	33,13 a	30,31 a	82,65 a	8,65 ab	149,72 ab	8.47 b
900	3,83 b	33,45 a	30,17 a	82,55 a	8,61 ab	149,52 b	8.65 ab
1100	4,10 a	33,74 a	29,25 b	82,50 a	8,84 a	144,33 b	8.73 a
c, PDRL							
A	3,92 a	33,44 a	29,87 a	82,55 a	8,64 a	148,02 a	8.58 a
B	3,90 a	33,57 a	29,90 a	82,62 a	8,69 a	147,95 a	8.58 a
C	3,87 a	33,51 a	30,07 a	82,65 a	8,63 a	149,66 a	84.66 a
CV(%)	4,18	3,77	2,39	1,26	4,43	11,82	4.37

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

Mic = Índice de Micronaire ($\mu\text{g/pol}$); STR = Resistência a ruptura (g/tex); COMP = comprimento médio (mm); UNIF = Índice de uniformidade de comprimento (%); ELON = Alongamento à ruptura (%); CSP = Índice de fiabilidade; MAT = Maturidade; +b = Grau de amarelamento; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

Em análise aos dados da interação rotação versus PDRL (Tabela 4.3) constata-se para o micronaire nos diferentes PDRL (linhas), diferença significativa com a rotação de 344 rpm, em que o micronaire foi afetado negativamente nos posicionamentos de A e C; o comportamento inverso deu-se no posicionamento B.

Nas colunas tem-se a diferença estatística para tamanho da amostra (Tabela 4.4), em que a amostra de peso 1100 g suplantou os demais pesos das amostras, comportamento que se verifica para todos os PDRL. Por outro lado, nas linhas observa-se para amostra de peso 300 g superioridade estatística do micronaire para os PDRL de A e B. Embora estatisticamente o micronaire tenha sido influenciado pelo processo de descaroçamento, os valores obtidos enquadram-se dentro dos padrões exigidos pela indústria têxtil nacional (BOLSA DE MERCADORIA E FUTUROS, 2004) indicando que quando da comercialização este algodão será classificado sem prejuízo para o micronaire.

Tabela 4.3. Valores médios da característica micronaire da fibra do algodão CNPA 7MH, para a interação rotação versus PDRL. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	PDRL		
	A	B	C
304	3,94 aA	3,82 bA	3,85 aA
344	3,96aAB	4,043aA	3,88 bB
429	3,85 aA	3,83 bA	3,88 aA

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter; DMS Linha = 0,13; DMS coluna = 0,13

Tabela 4.4. Valores médios da característica micronaire da fibra do algodão CNPA 7MH, para a interação entre tamanho da amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.

T.Amostra (g)	MIC - Índice micronaire		
	PDRL		
	A	B	C
300	3,96 abA	3,85bAB	3,77 bB
600	3,84 bA	3,79 bA	3,70 bA
900	3,83 bA	3,87 bA	3,80 bA
1100	4,03 aB	4,08aAB	4,20 aA

DMS Linha = 0,15

DMS coluna = 0,17

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter.

Para a interação entre rotação versus tamanho da amostra (Tabela 4.5.), não se tem efeito significativo para o comprimento médio de fibra e grau de amarelamento (+b) dos diferentes tamanhos de amostra dentro de cada rotação, exceto para a amostra de peso 1100 g, em que o algodão foi descaroçado na rotação de 429 rpm.

Nas linhas, verificam-se maiores valores de comprimento para as amostras de peso de 300, 600 e 900 g, quando o algodão é beneficiado nas rotações de 344 e 429 rpm, e efeito negativo dessa característica, quando o algodão é beneficiado na rotação de 429 rpm com amostra de 1100 g. Este fato se deve provavelmente a um maior tempo para o descaroçamento da amostra com o tamanho de 1100 g, permanecendo a mesma por um período maior em contato com o cilindro de serras, o qual reduz o comprimento da fibra. Os resultados obtidos encontram apoio nos trabalhos desenvolvidos por Silva

et al. (2002) e Jerônimo et al. (2006a) quando afirmam que as máquinas de serras alteram de forma consistente o comprimento da fibra.

Com relação ao grau de amarelamento, para amostras de 1100 g, observa-se superioridade estatística desta variável para o descaroçamento realizado nas rotações de 304 e 344 rpm. Nas linhas registram-se maiores valores desta variável quando se trabalhou com as amostras de 900 e 1100 g nas rotações de 304 e 344 rpm. Comportamento igual foi registrado para a rotação de 429 rpm e amostra de 300 g. Estas variações detectadas em relação ao grau de amarelamento podem ter ocorrido devido diferenças físicas e microbiológicas na fibra decorrentes das interferências das condições ambientais, conforme observado por Santana et al. (2002) ao afirmarem que a cor da fibra do algodão pode variar por influência dos fatores intrínsecos, relativos a cada cultivar, e extrínsecos, como as condições de armazenamento.

Tabela 4.5. Valores médios das características do comprimento médio e grau de amarelamento da fibra do algodão CNPA 7MH, para a interação entre rotação versus tamanho da amostra. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	Comp - Comprimento médio (mm)			
	Tamanho da amostra (g)			
	300	600	900	1100
304	29,87aA	29,94 aA	29,99 aA	29,55 aA
344	30,41aA	30,42 aA	29,99 aAB	29,45 abB
429	29,95aA	30,59 aA	30,53 aA	28,76 bB
DMS Linha = 0,76	-	-	-	-
DMS coluna = 0,69	-	-	-	-
Rotação (rpm)	+b - Grau de amarelamento			
	Tamanho da amostra (g)			
	300	600	900	1100
304	8,35 aB	8,45 aB	8,76 aAB	9,08 aA
344	8,62 aAB	8,46 aB	8,65 aA	8,92 aA
429	8,64 aA	8,50 aAB	8,76 aAB	8,19 bB
DMS Linha = 0,40	-	-	-	-
DMS coluna = 0,36	-	-	-	-

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

4.4. Avaliação do descaroçador de 20 serras em função das sementes

Na Tabela. 4.6, encontra-se o resumo da análise de variância da viabilidade das sementes de algodão beneficiadas no descaroçador de 20 serras, onde se observa o efeito significativo da germinação e a primeira contagem da germinação para todos os fatores e suas interações, exceto rotação, e significância de comprimento de plântulas para os fatores: tamanho de amostra e rotação versus tamanho de amostra.

Tabela 4.6. Resumo da análise de variância para germinação e vigor. Campina Grande, PB.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Germinação (%)	C.Plântula (cm)	P.Contagem (%)
Rotação (R)	2	2,70ns	1,34 ns	2,60 ns
Tamanho da amostra (T)	3	6,99 **	15,92 **	3,98 **
PDRL (P)	2	6,17 **	1,04 ns	3,23 *
RxT	6	5,50 **	3,34 **	3,43 **
RxP	4	6,03 **	0,77 ns	4,15 **
TxP	6	6,22 **	1,46 ns	4,68 **
RxTxP	12	3,99 **	0,95 ns	4,89 **
Resíduo	108			
CV%		2,63	2,39	3,02

*,** e ns : Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

Os resultados da Tabela 4.7 indicam que a rotação e tamanho de amostra afetaram significativamente a germinação, a primeira contagem da germinação e o comprimento de plântulas, onde a germinação não foi influenciada pelo tamanho da amostra de 600 e 900 g dentro de cada rotação, porém para as amostras de 300 e 1100 g, a germinação foi inferior na rotação de 344 e 304 rpm, respectivamente. Nas linhas verifica-se para a amostra 1100 g os menores percentuais de germinação para o descaroçamento nas rotações de 304 e 429 rpm. Contudo para o comprimento de plântula e primeira contagem, observa-se uma redução do vigor das sementes, quando estas foram beneficiadas em rotações de 304 e 429 rpm com amostras de 1100 g. Este comportamento provavelmente ocorreu devido às amostras de tamanho maiores passarem mais tempo em contato com o cilindro de serras, promovendo desta forma um efeito deletério sobre as sementes.

A perda de germinação após beneficiadas no descaroçador de 20 serras, deve-se as agressões físicas ocasionadas por cortes, frisuras, rachaduras, quebras e abrasões, conforme resultados dos danos mecânicos apresentados na Tabela 4.23, e em parte ao efeito residual do ácido sulfúrico que pode ter prejudicado a qualidade da semente, resultados que encontram apoio nas afirmações de Silva et al. (2006) que observaram redução da germinação de sementes de algodão descaroçadas e deslintadas depois de trinta dias do armazenamento.

Tabela 4.7. Valores médios da germinação e vigor para a interação entre rotação versus tamanho da amostra. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	Germinação (%)			
	Tamanho da amostra (g)			
	300	600	900	1100
304	99,00 aA	97,6 aA	96,6 aA	92,6 bB
344	96,5 bA	97,6 aA	98,3 aA	98,0 aA
429	96,8abAB	99,0 aA	98,0aAB	96,0 aB
DMS Linha = 2,72	-	-	-	-
DMS coluna = 2,48	-	-	-	-

Rotação (rpm)	Primeira contagem (%)			
	Tamanho da amostra (g)			
	300	600	900	1100
304	96,50 aA	96,00 aA	94,00aAB	92,33 aB
344	92,66bA	93,33 aA	94,16 aA	94,00 aA
429	92,50bAB	95,33 aA	94,83 aA	91,66 aB
DMS Linha = 3,03	-	-	-	-
DMS coluna = 2,75	-	-	-	-

Rotação (rpm)	Comprimento de plântula (%)			
	Tamanho da amostra (g)			
	300	600	900	1100
304	29,95 aA	30,59 aA	30,53 aA	28,76 bB
344	29,84 aA	29,94 aA	29,99 aA	29,55 aA
429	30,41 aA	30,42 aA	29,99 aAB	29,45 abB
DMS Linha = 0,69	-	-	-	-
DMS coluna = 0,76	-	-	-	-

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter.

Para a interação tamanho de amostra versus PDRL (Tabela 4.8), observa-se os melhores percentuais de germinação e primeira contagem da germinação para as amostras de 300 e 600 g, beneficiadas no descaroador de 20 serras trabalhando nos PDRL de C e A, respectivamente.

Por outro lado, nota-se uma redução da germinação e vigor quando as sementes são beneficiadas com as amostras de peso 600 e 1100 g no PDRL C. Este comportamento pode ser explicado pelo posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter (PDRL), o qual na posição C, faz com que o algodão em caroço permaneça mais tempo sobre a ação do cilindro descaroador, retirando uma maior quantidade de línter das sementes. E causando assim, maiores impactos sobre as sementes durante o descaroadamento por afetar, provavelmente, o eixo embrionário da semente. Fato, que em parte, encontra apoio nas afirmações de Almeida et al. (2004), em estudo de danos mecânicos com sementes de feijão, onde os autores verificaram que estes aumentavam à medida que as sementes passavam em cada etapa da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), comportamento cumulativo que indica haver relação direta entre o número de choques e seus efeitos.

Tabela 4.8. Valores médios de germinação e primeira contagem da germinação para a interação tamanho da amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.

Tamanho da amostra (g)	Germinação (%)		
	PDRL		
	A	B	C
300	94,66 bB	98,33 aA	99,33 aA
600	99,50 aA	98,50 aAB	96,33 bB
900	97,16 abA	98,50 aA	97,33 abA
1100	95,50bAB	97,66 aA	93,50 cB
DMS Linha = 2,72	-	-	-
DMS coluna = 2,48	-	-	-

Tamanho da amostra (g)	Primeira contagem (%)		
	PDRL		
	A	B	C
300	91,50 bB	94,33aA	95,83 aA
600	96,16aA	95,33aAB	93,16abB
900	93,66 abA	94,83aA	94,50aA
1100	92,66 bAB	94,66aA	90,66bB
DMS Linha = 2,75	-	-	-
DMS coluna = 3,03	-	-	-

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

Em análise, as colunas da interação rotação versus PDRL, Tabela 4.9, observa-se que as rotações de 304 e 429 rpm com PDRL C, proporcionaram os melhores percentuais de germinação às sementes. Resultado que concorda com o comportamento da primeira contagem da germinação, em que para as mesmas rotações e PDRL de C e A tem-se o melhor vigor, respectivamente. Comportamento contrário deu-se com a germinação entre os PDRL (linhas) quando o descaroçador de 20 serras trabalha nas rotações de 304 e 344 rpm.

Os resultados da germinação e sua primeira contagem indicam que estas variáveis não foram afetadas pelo processo de descaroçamento do mini-descaroçador, uma vez que a média dos seus valores (97 e 94 %, respectivamente) ficaram acima do estabelecido pelo padrão para comercialização de sementes de algodão, que é de 80% (BELTRÃO, 1999).

Tabela 4.9. Valores médios de germinação e primeira contagem da germinação para a interação rotação versus PDRL. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	Germinação (%)		
	PDRL		
	A	B	C
304	95,5 aB	98,5 aA	98,3 aA
344	97,6 aA	97,6 aA	94,2 bB
429	97,0 aA	98,6 aA	97,2 aA
DMS Linha = 2,48	-	-	-
DMS coluna = 2,15	-	-	-

Rotação (rpm)	Primeira contagem (%)		
	PDRL		
	A	B	C
304	95,75 aA	95,62aA	92,75aB
344	93,00bA	94,25aA	93,37aA
429	91,75 bB	94,50aA	94,50aA
DMS Linha = 2,39	-	-	-
DMS coluna = 2,39	-	-	-

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

O resumo da análise de variância contidos na Tabela 4.10, revelou efeito significativo para os fatores: rotação, tamanho de amostra e PDRL, e suas interações para a pureza física. Para os danos mecânicos, observa-se efeito significativo para tamanho da amostra e a interação entre tamanho da amostra versus rotação.

Tabela 4.10. Resumo da análise de variância para a pureza física e danos mecânicos das sementes do algodão CNPA 7MH. Campina Grande, PB.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		Pureza física (%)	Danos mecânicos (%)
Rotação (R)	2	9,09 **	2,26 ns
Tamanho da amostra (T)	3	13,68 **	7,12 **
PDRL (P)	2	4,15 *	1,83ns
RxT	6	6,15 **	5,17 **
RxP	4	17,29 **	1,98 ns
TxP	6	7,91 **	0,92 ns
RxTxP	12	11,52 **	4,29 **
Resíduo	108	-	-
CV%		0,31	26,94

*,** e ns : Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

Em análise, as colunas da interação: rotação versus tamanho da amostra, tabela 4.11, evidencia-se uma igualdade estatística para a amostra de 900 g, e para os demais tamanhos de amostra um melhor desempenho da máquina, em valores absolutos, trabalhando a rotação de 304 rpm. Nas linhas, observa-se menor porcentagem de pureza física para a amostra de 600 g e rotação de 304 rpm, tendo as demais amostras se igualado estatisticamente; na rotação de 344 rpm o maior percentual de pureza deu-se na amostra de 900 g, que diferiu estatisticamente das amostras de 300 g, e para a rotação de 429 rpm os maiores percentuais de impurezas foram registrados nas amostras de 600 e 1100 g.

Tabela 4.11. Valores médios da pureza física (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação entre rotação versus tamanho de amostra. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	Tamanho da amostra (g)			
	300	600	900	1100
304	99,33 aA	98,66 abB	99,14 aA	99,23 aA
344	98,68 bB	98,87 aAB	99,03 aA	98,73 bAB
429	99,14 aAB	98,54 bC	99,19 aA	98,84 bBC

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. DMS Linha = 0,32; DMS coluna = 0,29

Com relação à interação entre tamanho da amostra versus PDRL, observa-se mediante os dados contidos nas colunas da Tabela 4.12, para o PDRL B com a amostra de 600 g, menores valores de pureza física; comportamento que não diferiu estatisticamente para a amostra de 1100 g. Resultado similar para a amostra de 600 g deu-se com o PDRL de C. Analisando as linhas, os resultados indicam menores percentuais de pureza física para as amostras de 600, 900 e 1100 g nos PDRL de C, A e B, respectivamente.

Tabela 4.12. Valores médios da pureza física (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação entre tamanho de amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.

Tamanho da amostra (g)	PDRL		
	A	B	C
300	99,08aA	99,14 aA	98,93 aA
600	98,98 aA	98,80 bA	98,28 bB
900	98,93 aB	99,23 aA	99,20 aAB
1100	99,13 aA	98,69 bB	98,98 aAB

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. DMS Linha = 0,25; DMS coluna = 0,32

Os dados contidos nas colunas da interação rotação versus PDRL (Tabela 4.13), evidencia-se que as rotações de 344 e 429 rpm com PDRL de A e B proporcionam menores valores de pureza às sementes, respectivamente, não havendo diferenças significativas com o PDRL C. Analisando as linhas, se registra menores percentuais de pureza na rotação de 304 rpm para PDRL C, e para as rotações de 344 e 429 rpm com os PDRL de A e B, respectivamente. Registra-se ainda para a rotação de 344 rpm e PDRL A e C igualdade estatística.

Tabela 4.13. Valores médios da pureza física (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação rotação versus PDRL. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	PDRL		
	A	B	C
304	99,24 aA	99,27 aA	98,77 aB
344	98,62 bB	99,05 aA	98,80 aAB
429	99,22 aA	98,58 bB	98,98 aA

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. DMS Linha = 0,25; DMS coluna = 0,25

Em uma análise geral dos resultados obtidos no estudo para a pureza física, tem-se que o beneficiamento das sementes no descaroador de 20 serras proporcionou um percentual médio de pureza de 98,9%, encontrando-se dentro do padrão de pureza mínima estabelecido para sementes básicas de algodão, que é de 98% (LINGERFELT, 1976). Sendo a pureza física, um dos principais fatores que determinam a qualidade das sementes, logo as máquinas de descaroador que proporcionam elevado percentual de pureza devem ser preferidas por reduzir a necessidade de processamento posterior na limpeza do produto.

Mediante os dados contidos nas colunas da Tabela 4.14, evidencia-se igualdade estatística para a amostra de 900 g, assim como para as amostras de 300 e 600 g nas rotações de 304 e 344 rpm, respectivamente. Analisando-se as linhas, observa-se menor porcentagem de danos para as amostras de 600 e 900 g, quando beneficiadas na rotação de 344 rpm. Estes resultados, aliados as determinações de pureza física, conteúdo de linter e as avaliações de germinação e vigor na rotação de 344 rpm com amostra de 600 g, foram base para a consideração da avaliação do melhor desempenho do descaroador de 20 serras. Este desempenho do descaroador de 20 serras reflete segundo Silva et al. (2006) qualidades físicas e fisiológicas satisfatórias das sementes depois do descaroador.

Tabela 4.14. Valores médios de danos mecânicos (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação entre rotação versus tamanho de amostra. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	Tamanho da amostra (g)			
	300	600	900	1100
304	13,83 abA	10,83 bAB	10,50 aAB	9,66 bB
344	15,16 aA	11,16 bBC	9,50 aC	14,50 aAB
429	11,50 bB	15,16 aA	10,16 aB	11,66 abB

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de linter. DMS Linha = 3,41; DMS coluna = 3,13

Na Tabela 4.15 encontram-se os níveis de significância dos valores de F, obtidos nas análises de variância dos dados relativos a conteúdo de linter, realizadas após o descaroador para os diferentes fatores e suas interações. Em que se observa efeito altamente significativo para o fator rotação, bem como para todas as interações.

Tabela 4.15. Resumo da análise de variância do conteúdo de línter (%) da semente algodão CNPA 7MH. Campina Grande, PB.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios
Rotação (R)	2	39,29 **
Tamanho da amostra (T)	3	0,44 ns
PDRL (P)	2	0,34 ns
RxT	6	7,48 **
RxP	4	3,72 **
TxP	6	5,97 **
RxTxP	12	4,52 **
Resíduo	108	
CV%		10,64

*,** e ns : Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

Os dados relativos a conteúdo de línter para a interação rotação versus tamanho da amostra (Tabela 4.16) registram variações para os tamanhos de amostra dentro de rotação (colunas), exceto para a amostra de 1100 g em que todas as rotações mantiveram valores de conteúdo de línter iguais estatisticamente. Para os demais tamanhos de amostras, observou-se que o algodão beneficiado na rotação de 304 rpm retirou menores quantidades de línter frente à rotação de 344 rpm, tendo o tamanho da amostra de 900 g não diferido estatisticamente dentro das rotações 304 e 429 rpm. Na análise das linhas, observa-se menor percentual de línter para a amostra de 1100g na rotação de 304 rpm. Comportamento, contrário e isolado, deu-se para as rotações de 344 e 429 rpm com as amostras de 1100 e 900 g, respectivamente.

Tabela 4.16. Valores médios do conteúdo de línter (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação entre rotação versus tamanho de amostra. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	Tamanho da amostra (g)			
	300	600	900	1100
304	18,16 aA	17,97 aA	17,15 aA	15,30 aB
344	14,21bAB	13,86 cAB	13,00 bB	15,45 aA
429	15,36 bB	15,66 bAB	17,22 aA	14,80 aB

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. DMS Linha = 1,78; DMS coluna = 1,62

Nas colunas constata-se (Tabela 4.17) menores valores de línter para a amostra de 300 no PDRL A. Comportamento contrário observa-se para o PDRL B. Nas linhas

verifica-se menores valores de conteúdo de línter quando o algodão foi beneficiado com a amostra de 300 g no PDRL de A.

Tabela 4.17. Valores médios do conteúdo de línter (%) das sementes de algodão CNPA 7MH em função da interação entre tamanho de amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.

Tamanho da amostra (g)	PDRL		
	A	B	C
300	14,12 bB	17,54aA	16,08 aA
600	16,71 aA	15,16 bA	15,78 aA
900	15,41 abA	16,09 abA	15,88 aA
1100	16,12 aA	14,52 bA	14,91 aA

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. DMS Linha = 1,62; DMS coluna = 1,78

Em observação aos dados contidos na Tabela 4.18, constata-se menores valores de conteúdo de línter na rotação de 344 rpm dentro de todos os PDRL, não diferindo o PDRL B nas rotações de 344 e 429 rpm. Nas linhas, são registrados menores percentuais de conteúdo de línter na rotação de 304 rpm para o PDRL A e C, que estatisticamente foram iguais.

Para a remoção do línter, conforme os resultados apresentados, evidencia-se melhor eficiência do descaroçador de 20 serras regulado para trabalhar na rotação de 304 rpm, com tamanho de amostra de 300 g e PDRL A. Mesmo assim, os valores obtidos para o conteúdo de línter ficaram acima do referenciado por Rutherford (2005) como ideal depois do processo de beneficiamento, que deve ser de 9,0 e 9,5%. No entanto, no trabalho citado, o autor não referencia que método foi utilizado (químico mecânico e flambagem). Ademais, no presente estudo, o descaroçador de 20 serras não foi alimentado continuamente. Durante os testes, o mesmo era desligado quando da alternância do tamanho das amostras e das rotações.

Tabela 4.18. Valores médios do conteúdo de línter das sementes (%) de algodão CNPA 7MH em função da interação entre rotação versus PDRL. Campina Grande, PB.

Rotação (rpm)	PDRL		
	A	B	C
304	16,14 aB	18,15 aA	17,15 aAB
344	14,10 bA	14,07 bA	14,22 cA
429	16,40 aA	15,25 bA	15,63 bA

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. DMS Linha = 1,40; DMS coluna = 1,40

O resumo da análise de variância para rendimento de fibra do algodão CNPA 7MH indica efeito altamente significativo para rotação e para a interação entre tamanho da amostra versus PDRL (Tabela 4.19).

Tabela 4.19. Resumo da análise de variância do rendimento (%) da fibra do algodão CNPA 7MH. Campina Grande, PB.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios
		Fibra
Rotação (R)	2	5,97 **
Tamanho da amostra (T)	3	2,60 ns
PDRL (P)	2	1,30 ns
RxT	6	1,57 ns
RxP	4	2,37 ns
TxP	6	3,07 **
RxTxP	12	2,25 *
Resíduo	108	
CV%		13,77

*** e ns : Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter

Os dados contidos na Tabela 4.20 evidenciam para tamanho de amostra diferença estatística apenas para a amostra de 300 g e PDRL A, em que se obteve o melhor rendimento de fibra e, quer nas linhas ou colunas dos demais PDRL e tamanho de amostra não se tem diferença estatística. Resultados que indicam influência do tamanho da amostra como responsável por este comportamento, uma vez que apenas dentro das amostras e entre os PDRL o rendimento da fibra teve comportamento distinto com a amostra de 300 g.

Tabela 4.20. Valores médios do rendimento de fibras (%) do algodão CNPA 7MH em função da interação entre tamanho da amostra versus PDRL. Campina Grande, PB.

Tamanho da amostra (g)	PDRL		
	A	B	C
300	35,23aA	28,63 aB	28,93 aB
600	29,43 bA	29,24 aA	29,91 aA
900	29,88 bA	29,62 aA	29,19 aA
1100	30,51 bA	32,52 aA	32,51 aA

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; PDRL = posicionamento do dispositivo para regulagem da quantidade de línter. DMS coluna = 4,47; DMS linha = 4,07

4.5. Comportamento do descaroçador de 20 serras frente aos descaroçadores de 50 e 90 serras

4.5.1 Características tecnológicas da fibra

Entre as dez características tecnológicas da fibra do algodão CNPA 7MH, analisadas no HVI, procedentes do descaroçador de 20 serras e das máquinas de 50 e 90 serras, somente em cinco deu-se diferenças estatísticas (Tabela 4.21). Em uma análise geral, aos dados desta tabela, verifica-se para as características estudadas, que o descaroçador de 20 serras teve desempenho similar aos das outras máquinas, e que as variações estatísticas observadas não alteram a qualidade destas características. Isto é, todas se encontram dentro dos padrões exigidos pela indústria têxtil nacional (FONSECA e SANTANA, 2002).

Registra-se ainda que, a exceção do índice micronaire, as demais características do algodão beneficiado no descaroçador de 20 serras superou ou igualou-se, estaticamente, as obtidas do beneficiamento nas máquinas de 50 e 90 serras.

Tabela 4.21. Efeito do beneficiamento do algodão CNPA 7MH com diferentes descaroçadores sobre as cinco características tecnológicas da fibra. Campina Grande, PB.

Descaroçadores	Variáveis				
	MIC	ELON	COMP	IFC	Rd
Descaroçador de 20 serras	3,80 b	8,75 a	29,52 ab	9,10 a	77,95 a
Máquina de 50 serras	4,12 a	7,57 b	30,77 a	6,32 b	74,70 b
Máquina de 90 serras	4,07 ab	7,72 b	29,17 b	8,47 a	76,20 ab
DMS	0,29	0,85	1,36	12,31	2,57
CV %	3,67	5,36	2,31	12,52	1,70
F _{máquinas}	5,65 *	8,84 **	5,94 *	8,51 **	6,22 *

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

Mic = Índice de Micronaire ($\mu\text{g/pol}$); COMP = comprimento médio (mm); ELON = Alongamento à ruptura (%); IFC = Índice de fibra curta (%); Rd = refletância.

4.5.2 Qualidade física e fisiológica das sementes

Os resultados da Tabela 4.22 evidenciam efeito significativo do beneficiamento do algodão com diferentes descaroçadores sobre a germinação e comprimento de plântula. Observam-se maiores valores de germinação para o descaroçador de 20 serras frente às demais máquinas, em que este superou a de 50 e 90 serras em aproximadamente 8%. Este comportamento deu-se provavelmente às rotações destas máquinas serem maiores que a do descaroçador de 20 serras. Uma vez que os descaroçadores de 90 serras, por trabalhar a uma rotação de 715 rpm, compactam mais as sementes que os de 50 serras (600 rpm), e este por sua vez, mais que o descaroçador de 20 serras, cuja rotação é de 344 rpm. Uma consequência deste fato, é a diminuição na viabilidade das sementes. Estes resultados estão de acordo com os de Queiroga et al. (1994) em que os autores, avaliando a qualidade fisiológica das sementes de algodão herbáceo submetidas aos descaroçadores de serra com rotações de 400, 550 e 700 rpm em relação ao de rolo com rotação de 350 rpm, constataram que os descaroçador de serra com rotação de 700 rpm registram menores valores de germinação frente às máquinas de menores rotações.

Para o comprimento de plântula (Tabela 4.22) registra-se estatisticamente maiores valores para o descaroçador de 20 serras e máquina de 90 serras frente à de 50 serras.

Tabela 4.22. Efeito do beneficiamento do algodão CNPA 7MH com diferentes descaroçadores sobre a viabilidade das sementes. Campina Grande, PB.

Descaroçadores	Germinação	C. Plântula
Descaroçador de 20 serras	98,82 a	16,07 a
Máquina de 50 serras	90,50 b	11,33 b
Máquina de 90 serras	90,50 b	16,90 a
DMS	6,65	3,53
CV %	3,61	12,10
F _{máquinas}	8,15 **	11,28 **

***^{ns}: Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo.

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

Na Tabela 4.23, encontra-se os resultados da pureza física, conteúdo de línter e danos mecânicos das sementes relativos ao processo de beneficiamento em três diferentes máquinas a que foi submetido o algodão em rama. Em análise, aos dados da

referida tabela, observa-se que o algodão beneficiado no descaroçador de 20 serras promoveu uma maior pureza física em relação às demais máquinas da ordem de 8,32%, as quais mantiveram estatisticamente os mesmos percentuais de pureza física.

O melhor desempenho do descaroçador de 20 serras para a pureza física, em relação às demais máquinas, deve-se a menor porcentagem de danos mecânicos sofridos pelas sementes no processo de beneficiamento, os quais foram 34% inferiores aos promovidos pelos descaroçadores de 50 e 90 serras, conforme resultados contidos na Tabela 4.23. Este comportamento pode ser atribuído ao sistema de rotação com que trabalham as máquinas de 50 (600 rpm) e 90 serras (715 rpm), em relação ao do descaroçador de 20 serras (344 rpm), que por serem as sementes mais impactadas, no processo de descaroçamento, os percentuais de danos aumentam, promovendo maior percentual de material inerte, e como consequência redução do percentual de pureza.

Em relação ao conteúdo de línter, o descaroçador de 20 serras se comportou estatisticamente igual às máquinas empregadas na sua avaliação, no entanto este desempenho é inferior ao indicado por Ruthefor (2005) que sugere um percentual de línter residual inferior ou igual a 10%. Estes resultados apontaram para maiores estudos no tocante à regulagem, não somente do descaroçador de 20 serras, como também, das máquinas empregadas na avaliação do mesmo.

Os danos mecânicos sofridos pelas sementes beneficiadas no descaroçador de 20 serras foram estatisticamente inferiores aos promovidos pelas máquinas de 50 e 90

serras, em 38 e 31%, respectivamente. Este resultado se traduziu no presente trabalho, em um melhor desempenho da qualidade fisiológica das sementes (Tabela 4.22) e pureza física (Tabela 4.23).

Estes resultados em parte concordam com os da literatura especializada, quando advertem 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 (ALMEIDA et al., 2004). Ressalta-se ainda, que os impactos, abrasões e cisalhamentos que normalmente ocorrem por ocasião do descarçamento, constituem fatores altamente deletérios à qualidade das sementes de algodão, causando de imediato, danos físicos, redução de germinação e vigor. Por esta razão, toda atenção deve ser dispensada aos descarçadores, tidos como “coração” da usina de beneficiamento, no que se refere à manutenção da maquinaria, dos ajustes, da calibragem visando eficiência na operação para que não ocorra dano às sementes.

Tabela 4.23. Efeito do beneficiamento do algodão CNPA 7MH com diferentes descarçadores sobre pureza física, conteúdo de línter e danos mecânicos. Campina Grande, PB.

Descarçador	Pureza física (%)	Conteúdo de línter (%)	Danos mecânicos (%)
Descarçador de 20 serras	98,82a	14,54 a	7,50 c
Máquina de 50 serras	90,50 b	15,60 a	45,50 a
Máquina de 90 serras	90,50 b	14,82 a	38,50 b
DMS	6,65	3,64	5,92
CV %	3,61	12,31	9,83
F _{máquinas}	8,15 **	0,35ns	181,77 **

*,** e ns: Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo.

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

CONCLUSÕES

A análise dos dados, a interpretação dos resultados obtidos do desenvolvimento e a avaliação do descaroçador de 20 serras, nas condições específicas do trabalho, permitiram concluir que:

1. O descaroçador de 20 serras desenvolvido responde satisfatoriamente ao beneficiamento do algodão e com desempenho similar aos das máquinas de 50 e 90 serras para todas as características tecnológicas analisadas da fibra no HVI.
2. A melhor eficiência de trabalho do descaroçador de 20 serras foi para a rotação de 344 rpm, com o dispositivo para regulagem de quantidade de línter na posição A e amostra de 600 g.
3. As características tecnológicas do algodão beneficiado no descaroçador de 20 serras se mantiveram dentro do padrão estabelecido pelas normas oficiais de classificação do algodão brasileiro.
4. O descaroçador de 20 serras apresentou melhor percentual de pureza física que as máquinas de 50 e 90 serras.
5. O beneficiamento no descaroçador de 20 serras danifica menos as sementes em 38 e 31% do que as máquinas de 50 e 90 serras, respectivamente.
6. A porcentagem de germinação das sementes foi maior em 8% para o beneficiamento no descaroçador de 20 serras do que o beneficiamento nas máquinas de 50 e 90 serras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. de A. C.; MATOS, V.R.; CASTRO, J.R. de; DUTRA, A.S. Avaliação da qualidade e conservação de sementes a nível de produtor. In: ALMEIDA, F. de A.C.; HARA T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande: UFPB/ SBEA, 1997, 201p.

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**, Campina Grande, v.8, n. 2/3, p. 254- 259, 2004.

ANTHONY, W.S. Performance characteristics of cotton ginning machinery. **Transaction of the ASAE**, v.33, n.4, p.1089-1098, 1990.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO-2003, Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2003, 129p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO-2004, Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2004, 144p.

BARBOSA, M. Z.; NOGUEIRA JÚNIOR, S. Aspectos quali-quantitativos do consumo recente de algodão no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 37-39, 2001.

BELTRÃO, N. E. M. Algodão brasileiro em relação ao mundo: situação e perspectivas. In: BELTRÃO, N. E. M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão, 1999. cap.1, p.15-27.

BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G. de; GUERRA, J.S.; TAKIZAWA, E. Manejo cultural do algodoeiro herbáceo na região do cerrado. In: FARIAS F.J.C.; AGUIAR, P.H.; FREIRE, E.C.; HIROMOTO, D.M. (Ed.) Mato Grosso: **liderança e competitividade**. Rondonópolis: Fundação MT, p. 70-86, 1999 (Fundação MT. Boletim, 3).

BRADOW, J. M.; DAVIDONIS, G. H. Quantitation of fiber quality and the cotton production-processing interface: a physiologist's perspective. **Journal of Cotton Science**, Memphis, v. 4, p. 34-64, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**, Brasília: SNDA/DNDV/CLAN, 1992. 365p.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. **Resultados de testes de HVI e sua interpretação**. São Paulo, 1992, 158p.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. (São Paulo, SP). **Manual do produtor do algodão**. São Paulo, S.d.não paginado.

COMPANHIA DE TECIDOS NORTE DE MINAS (Campina Grande, PB) **Encontro com produtores de algodão de Goiás**. Campina grande, 2001. 76p.

CAMPOS, V.C.; PESKE, S.T. Ocorrência de danos mecânicos em sementes na unidade de beneficiamento. **Informativo Abrates**. Brasília, v.5, n.3,1995.

CARVALHO, L.P. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão no Brasil. In: BELTRÃO, N.E.M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa, Comunicações para Transferência de Tecnologia, v. 1, p. 251-269, 1999.

CHIAVEGATO, E. J.; FUZATTO, M. G.; ABRAHÃO, J. T. M.; KONDO, J. I. Efeito do ambiente e de cultivares em componentes da produção e características tecnológicas da fibra e do fio de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2, 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA, p. 578-581, 1999.

COLUMBUS, E. P.; ANTHONY, W. S. Effect of gin machinery an moisture on fine dust in cotton. **Textile Research Journal**, v. 53, n. 2, p. 71-77, 1983.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Avaliação da safra agrícola 2007/2008 – **Sexto Levantamento**, março de 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 8 março.2008.

EMBRAPA-ALGODÃO (Campina Grande, PB). **CNPA 7MH**. Campina Grande, PB, 2003.

FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina : EMBRAPA - CNPS, 1984. 39p. (Circular Técnica, 09).

FREIRE, E.C.; VIEIRA, R. de M.; GOMES, I F.; SILVA, F. de A. Qualidade da fibra de algodão mocó obtida em descaroçadores de serra e rolo. In: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Relatório técnico anual-1981/1982**. Campina Grande, p.304-305, 1984.

FREIRE, E.C.; FARIAS, F.J.C.; WATANABE, P.A.; AGUIAR, P.H. **Produção de sementes de algodoeiro no Mato Grosso**. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária , p. 40-48, 1999.. (Boletim, 3).

FREITAS, H. A. de S.; BAZANINI, G. C.; SILVA, E. A.; TOBAL, F. M.; BOLONHEZI, A. C.; FUZATTO, M. G.; CIA, E. Avaliação de variedades e linhagens de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* raça *latifolium*): características agronômicas e retenção de estruturas reprodutivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, Campo Grande, 2001. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Campo Grande: UFMS; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001, 648p.

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.; SANTANA, João, C. F. de.; BELTRÃO, N. E de M.; FREIRE, E. C.; SANTOS, J. W dos.; VALENÇA, A.R. Potencialidades tecnológicas de fibras disponíveis nos programas de melhoramento genético da Embrapa Algodão nos estados

do Ceará e do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande PB, v.8, n.1, p 763-769, Jan/ Abr. 2004.

FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C.; AGUIAR, P. H. Neps: impacto do manejo de colheita e beneficiamento na fibra. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DA CULTURA DO ALGODÃO, 5., 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: FUNDAÇÃO MT, 2000. p. 95-96

FUNDAÇÃO MT, **Boletim de pesquisa de Algodão**. Rondonópolis: 2001. 237p. (Fundação MT. Boletim de pesquisa de algodão, 4).

FUZATTO, M. G. Melhoramento Genético do Algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos (Ed.) **Cultura do Algodoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1999. 286p.

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**, Campina Grande PB, v.10, n.1/2, p.969-975, 2006a.

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

KIM, H. J.; TRIPLETT, B. A. Cotton fiber growth in planta and in vitro. Models for plant cell elongation and cell wall biogenesis. **Plant Physiology**, Rockville, v. 127, p. 1361-1366, 2001.

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

LEE, J. A. Cotton as world crop. In: KOHEL, R. J.; LEWIS, C. F. (Ed.) **Cotton**. Madison: ASA, p.1-25, 1984.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de qualidade de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 33-35, 1999.

MANGIALARDY JÚNIO, G.L.; BARGERON III, J. D.; RAYBURN JÚNIO, S. T. Gin-stand feed rat effects on cotton quality. **Transaction of the ASAE**, v.31, n.6, p. 1844-1854, 1988.

MORAES, N. C. **Competitividade do algodão brasileiro no mercado internacional e implicações da integração ao Mercosul**. Viçosa, 1997. 68p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MORESCO, E. R. **Progresso genético no melhoramento do algodoeiro no Estado do Mato Grosso**. 2003. 78p. Dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, M. E. C. de; ALMEIDA, F. de A. C.; OLIVEIRA, M. F. de M; BARROS NETO, J. J. da S; GOUVEIA, J. P. G. de. Danificações em sementes de milho decorrente da debulha e teor de umidade na colheita. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.5, n. 2, p. 1-12, 2005.

OOSTERHUIS, D. M. Growth and development of a cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos (Eds). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, p. 35-55, 1999

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

PATIL, R.B.; BHARUD, R.W. & POKHARKAR, S.M. Mechanical shelling and damage in groundnut. *Seed Research, Inde*, 16(1):112-113, 1988.

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

QUEIROGA, V de P.; BARROS, M.A.L.; VALE, L.V.; MATOS, V.P. Influência da colheita, armazenamento temporário e beneficiamento nos caracteres tecnológicos do algodão herbáceo. *Revista Ceres, Viçosa*, v. 41, n. 236, p. 337- 357, 1994.

RESENDE, L. M. A.; MOURA, P. A. M. Aspectos econômicos da cultura do algodoeiro. **Informe Agropecuário**, v.15, n.166, p.5-12, 1990.

SMOLDERS, J.W.J. The effect of mechanical shelling storage time, and fungicide treatment on the seed quality of groundnuts (*Arachis hypogaea* L.). *Surinaamse Landbouw, Surinam*, 35(1-3):14-18, 1987.

SANTANA, J.C.F. de; WANDERLEY, M.J.R. **Interpretação de resultados de análises de fibras, efetuadas pelo instrumento de alto volume (HVI) e pelo finurímetro (FMT₂)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1995. 9p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico).

SANTANA, João, C. F. de.; WANDERLEY, M. J. R.;BELTRÃO, N. E de M. Tecnologia da fibra e do fio do algodão, análise e interpretação dos resultados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Algodão: Informações Técnicas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, Campina Grande EMBRAPA-CNPA,1998, 267p.

SANTANA, João, C. F. de.; ALMEIDA, F. de A. C.; SANTANA, J. C. F. de .; BELTRÃO, N. E. de M.; GOUVEIA, J. P. G. Comportamento da cor e do tipo de fibras de duas cultivares de algodão armazenados em dois municípios paraibanos. **Revista**

Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, PB, v.6, n.1, p. 447-445, Jan/Abr. 2002.

SEAGULL, R. W.; OLIVERI, V.; MURPHY, K.; BINDER, A.; KOTHARI, S. Cotton fiber growth and development 2: Changes in cell diameter and wall birefringence. **Journal of Cotton Science**, Memphis, v.4, p. 97-104, 2000.

SESTREN, J. A.; LIMA, J.J. de. Característica e classificação da fibra do algodão. In ELEUSIO ,C.F. (Org). **Algodão no cerrado do Brasil..** Brasília. ABRAPA, 2006. cap 22, p 765-852.

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, N. M. da; CARVALHO, L. H.; CIA, E.; FUZZATTO, M. G.; CHIAVEGATO, E. J.; ALLEONI, L. R. F. Seja doutor do seu algodoeiro. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 69, 1995. Encarte, Arquivo do Agrônomo n. 8.

SILVA, O. R. R. F. da.; CARVALHO, O. S. Beneficiamento. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org.) **O agronegócio do algodão no Brasil**, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.821-855, 1999.

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 CNPA, 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**, Campina Grande, PB. v.6, n.1, p.497-501, 2002.

USTER TECHNOLOGIES AG. Uster HVI spectrum: the fiber classification system. Switzerland, 2004.