

# ANTEPROJETO DE UM PROTÓTIPO DE UMA MÁQUINA DE DESFIBRAR SISAL DE CORTE DO TIPO TRANSVERSAL

**Luciana Lima Monteiro**

**Seyyed Said Dana**

**Simplício Arnaud da Silva**

**Aristóteles da Costa Diniz**

**Francisco Augusto Ferreira Segundo Neto**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil, E mail: [lima\\_monteiro@hotmail.com](mailto:lima_monteiro@hotmail.com)

## **Resumo**

O processo de desfibrar a folha da planta chamada “agave” é uma técnica muito utilizada na região Nordeste do Brasil. É a principal fonte de renda de mais de meio milhão de pessoas que vivem no meio rural. Através deste desfibramento se obtém uma fibra 100% natural que é utilizada na indústria têxtil. A máquina de desfibrar sisal de corte do tipo transversal é facilmente recomendada para área industrial devido a alta produção horária em relação a máquina de desfibrar de corte do tipo paralela, classificada por Dana et al. (1998). Este artigo descreve as etapas de fabricação de um protótipo de uma máquina de desfibrar sisal de corte do tipo transversal.

**Palavras-chave:** Projeto, Sisal, Desfibramento,

## **1. INTRODUÇÃO**

A atividade de desfibrar a folha da planta chamada “agave” ou sisal, que é uma vegetação típica do meio rural de clima seco e semi-árido, é uma característica da região Nordeste, a qual se concentra principalmente nos estados da Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará.

Todas as espécies do gênero agave tem, dentre as suas folhas, fibras longitudinais responsáveis pela sua rigidez. Assim as “agaves de fibra” se refere as agaves cujas fibras podem ser economicamente aproveitáveis para fins industriais. O limite econômico do aproveitamento é de cerca de 2,5% de fibra por peso da folha verde, segundo Scholz (1959).

Durante várias décadas o sisal constituiu um dos principais produtos de exportação da região. O processo de desfibrar a folha desta planta representa um desafio, no sentido do aprimoramento da técnica, criada no início do século XIX no México. Dana et al. (1998) classificou as máquinas desfibradoras segundo o movimento da folha em relação ao processo de desfibrar e posteriormente houve uma comparação entre as taxas de produção da máquina de desfibrar de corte do tipo transversal e da máquina de corte do tipo paralela. Isto nos permite concluir que a máquina de desfibrar de corte do tipo transversal é melhor adaptada à produção industrial e constitui uma tecnologia bem mais elaborada, mas que ainda necessita ser otimizada em termos tecnológicos, sem excluir a participação do homem.

A primeira máquina destinada a desfibrar sisal mundialmente conhecida por CORONA teve grande aceitação nos países da África Ocidental, mas era necessário uma grande plantação de sisal e suprimento de água em abundância para limpeza das fibras, motivo pelo qual ficou inviável a implantação desta máquina na região Nordeste.

Para fazer uso desta planta é necessário transformar a folha em fibras através do processo de desfibramento. O produto final obtido é uma fibra 100% natural, que não agride a natureza e é utilizada na indústria têxtil, no setor automobilístico e na área da construção civil. A indústria farmacêutica japonesa trabalha ativamente para explorar as propriedades medicinais da raiz do sisal relatou a revista Globo Rural (1993). A concorrência das fibras sintéticas estreitou o mercado do sisal, sendo que a consciência ecológica resgatou o potencial de mercado por fibras biodegradáveis.

Durante as propostas iniciais de construções de novos modelos ficou claramente evidenciado a preocupação com a segurança do homem. Pois este processo de desfibrar tem como uma grave consequência a mutilação dos membros superiores. Uma outra etapa deste projeto será a otimização do processo de desfibramento, no que diz respeito a segurança do homem.

Para a construção deste protótipo e ao longo deste projeto foi aplicado o conceito de automação segura e sustentável. Este conceito significa que a otimização é feita apenas na parte do processo onde oferece perigo ao homem.

Neste artigo está descrito o processo de desfibramento de corte do tipo transversal, as configurações do protótipo e a citação dos parâmetros de comparação em relação à produtividade da máquina.

## **2. CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS E SOCIAIS**

No projeto de um produto novo e alternativo temos que considerar quatro aspectos fundamentais:

- Aspectos econômicos e poder de compra dos clientes;
- Circunstâncias sociais e ambientais;
- Disponibilidade tecnológica para produzir o produto;
- Exigências técnicas;

A alta sofisticação tecnológica exige serviços de qualidade associados aos baixos custos dos produtos, através da automatização. A eficiência e confiabilidade dos procedimentos e dos produtos automatizados são argumentos suficientes para a aprovação do emprego da automatização.

Pode-se perceber a dificuldade para o desenvolvimento deste novo produto, haja vista a falta de informação sobre os procedimentos deste tipo de máquina e sobre sua produtividade. Mas, isto já é consequência da falta de interesse econômico e político, por ser um projeto desenvolvido para uma área pobre do país.

A atividade de desfibrar a folha do agave pode ajudar a solucionar um dos graves problemas sociais da região, segundo Dana (1999) : a migração da população para os centros urbanos e proporcionar uma oportunidade de trabalho para a maioria desta população. A pobreza combinada à falta de água por causa das condições climáticas do Nordeste, contribui para diminuir a disponibilidade dos produtores e dos serviços.

Em relação às exigências técnicas, a baixa produtividade das máquinas e a baixa qualidade para produzir as fibras do agave, dificultam a sua comercialização.

### **3. CONCEITO DE AUTOMAÇÃO SUSTENTÁVEL E SEGURA**

Atualmente com a grande preocupação da permanência do homem no setor produtivo e com a sua qualidade de vida, o conceito de automação sustentável e segura é empregado nos procedimentos, nas máquinas e nos produtos, apenas nas áreas específicas, partes ou componentes que são perigosos ao operador ou que causam "gargalo" na produção.

Desta maneira o operador só é substituído pelos componentes automáticos nas áreas perigosas, assim a segurança do homem é preservada. Como consequência a eficiência e produtividade aumentam.

#### **3.1 Elaboração de um novo produto industrial**

O projeto deste novo produto industrial está dividido em quatro etapas:

- planejamento
- concepção
- projeto preliminar
- projeto detalhado

(Fiod & Back, 1992) consideram ainda alguns aspectos que julgam de grande importância, tais como: aspecto econômico e poder aquisitivo do cliente, aspecto social e meio ambiente e tecnologia disponível para produzir o produto. A fabricação deste protótipo obedece estas etapas, visando um eventual repasse da tecnologia para o setor produtivo.

Em outros trabalhos desenvolvido por Dana et al.(1998) foi detectada a necessidade de uma melhoria da tecnologia de fabricação. Nos dias atuais onde observamos a preocupação com a qualidade dos produtos e qualidade de vida do homem fica claro a necessidade de uma melhoria contínua. Nesta era da elevada sofisticação tecnológica para obtenção de um produto com qualidade, os processos de fabricação estão cada vez mais eficientes. Então a concepção está aliada à baixo custo e cada vez mais à perfeição do produto final.

No aspecto social temos como objetivo a permanência do homem no processo. A implantação da otimização vem para solucionar o problema do desgaste físico que ocasiona a fadiga e conseqüentemente o acidente de trabalho. É uma situação dramática que afeta toda a área de produção do "agave". Recentemente uma reportagem indicou uma estatística sobre o número de mutilações no interior do estado da Bahia, que foi cerca de 5000 em um ano.

Em relação a tecnologia disponível, uma grande dificuldade encontrada é a falta de informações sobre estas máquinas, nos quais os parâmetros de comparação são raramente avaliados. Em relação a força necessária para o desfibramento da folha do sisal foi feita uma medição estática com uma ponte extensiométrica. Além disso, serão analisados a velocidade de desfibramento, a taxa de produção e a qualidade do produto desfibrado.

Segundo a EMBRAPA a qualidade do produto pode ser classificada da seguinte forma: Superior (TS) que são fibras bem lavadas, secas, bem batidas ou escovadas, bem soltas e desembaraçadas, isentas de entrançamentos e nós; Tipo 1 fibras soltas, desembaraçadas, isentas de entrançamentos e nós; Tipo 2 fibras ligeiramente ásperas, pouco emaranhadas e pequena quantidade de substâncias pécticas e o Tipo 3 são fibras ásperas com maiores concentrações de substâncias pécticas.

#### **3.2 Materiais utilizados para a montagem inicial**

Para a montagem inicial do protótipo os meios materiais utilizados podem sofrer possíveis modificações por se tratar de um projeto experimental o qual eventualmente evoluirá até o produto final. No projeto consta uma parte teórica e outra experimental. Apesar de existir vários modelos propostos e fabricados, esta proposta é inovadora. A técnica

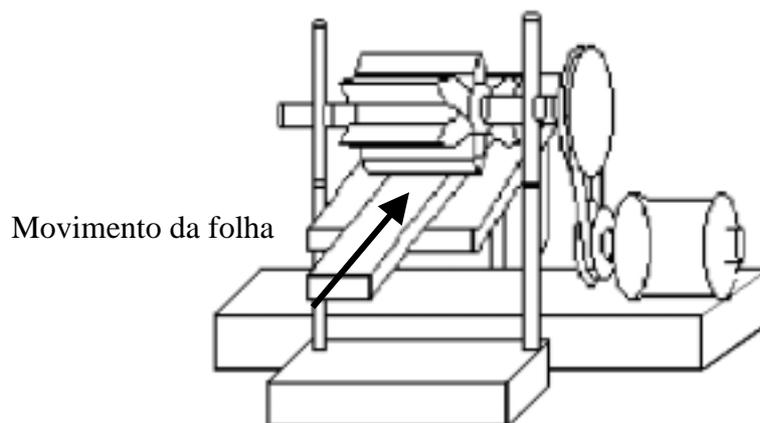
proposta contempla uma grande facilidade de construção, montagem das partes mecânicas e todos seus componentes.

Os materiais utilizados na confecção da estrutura de suporte dos cilindros e da base para o motor segundo especificações comerciais foram: cantoneiras U 75mm x 40mm x 3,175mm, chapas de aço 30mm x 12,7mm e cantoneiras L 25,4mm x 25,4mm x 3,175mm. Os cilindros de diâmetro de 140mm e comprimento de 210mm foram confeccionados com aço 1020 e a esteira foi confeccionada com chapa de aço com dimensões 180mm x 6,35mm e comprimento 1430mm, onde estão fixadas as pás também em aço com dimensões 180mm x 40mm x 3,175mm. O raspador foi confeccionado com chapa de aço com dimensões 700mm x 300mm x 20mm.

## 4. CONFIGURAÇÕES DO PROJETO

### 4.1 Configuração do desfibramento de corte do tipo paralelo

O primeiro conceito de desfibramento aplicado nas máquinas utilizadas nos sisalais brasileiros foi o desfibramento de corte do tipo paralelo. Que foi utilizado na construção da máquina conhecida por “Motor Paraibano” atualmente muito utilizada pelo pequeno produtor. Sua configuração está apresentada na figura 1. A alimentação da folha na máquina é manual e o desfibramento acontece quando o rotor com diâmetro de 230mm é acionado por um motor a diesel cuja potência varia de 7 a 12 cv (cavalo vapor) e faz girar 12 cantoneiras de abas iguais de dimensões 34,925mm x 6,35mm que estão fixadas na periferia do rotor. Estas cantoneiras promovem o esmagamento e a raspagem da folha auxiliado por um raspador. Estes elementos são de aço e na parte superior do rotor é acoplada uma capa protetora de madeira com uma abertura por onde se introduz a folha para ser desfibrada. Esta máquina não tem um bom desempenho, devido ao perigo no momento da colocação da folha e de sua baixa produtividade. Segundo a EMBRAPA, a produção é de 150 a 200 kg de fibra seca em um turno de 10 horas/dia e produz grande desperdício de fibras (em média 20 a 30% da fibra contida na folha). Para sua operacionalização é necessário um número elevado de operadores, aumentando assim os custos de produção.



**Figura 1.** Motor Paraibano – corte do tipo paralelo

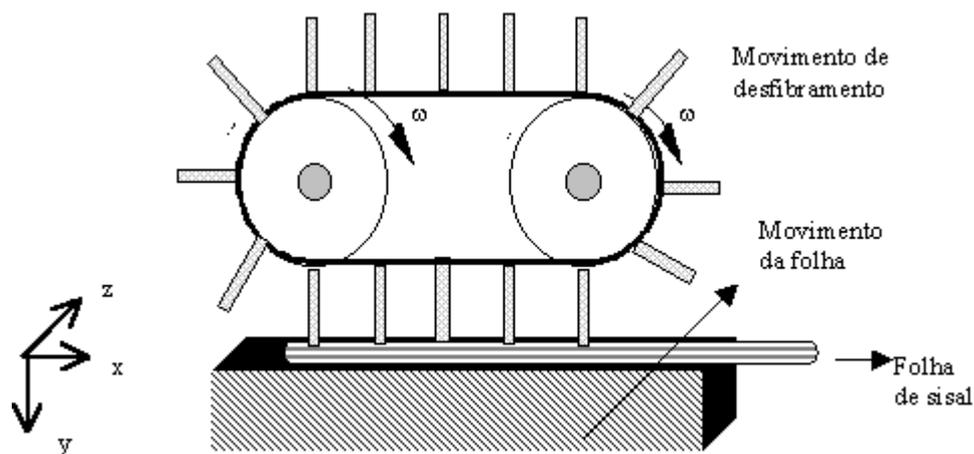
### 4.2 Configuração do desfibramento de corte do tipo transversal

A máquina de desfibramento de corte do tipo transversal é destinada a um processo industrial devido a sua alta produtividade, baseada no cálculo da velocidade de transporte da folha já descrita por Dana et al. (1998). Uma máquina de desfibramento de corte do tipo

transversal que foi desenvolvida por um mecânico José Faustino do município de Nova Floresta na Paraíba, em 1997, foi utilizada para comparar a produtividade com a máquina de corte do tipo paralela. E segundo Dana (1997) houve a necessidade da construção de uma nova máquina. A mecânica desta máquina desenvolvida por José Faustino é baseada no princípio das máquinas Coronas de fabricação alemã.

O processo de desfibramento de corte do tipo transversal acontece ao longo da largura da folha enquanto a folha é movida na direção perpendicular ao desfibramento. Na figura 2 está representado o processo de desfibramento de corte do tipo transversal. A folha é movida em uma direção, enquanto o desfibramento é feito transversal ao movimento da folha em outra direção. Uma garra segura a folha ao meio e movimenta-a na parte inferior dos rotores para desfibrar. Depois a parte da folha desfibrada é deslocada pela garra e assim a outra parte é desfibrada. A garra fica localizada na lateral do raspador.

O método dos elementos finitos descrito em Dana (1996), aplicado na configuração do corte do tipo transversal determinou o cálculo das tensões uniforme durante a operação.

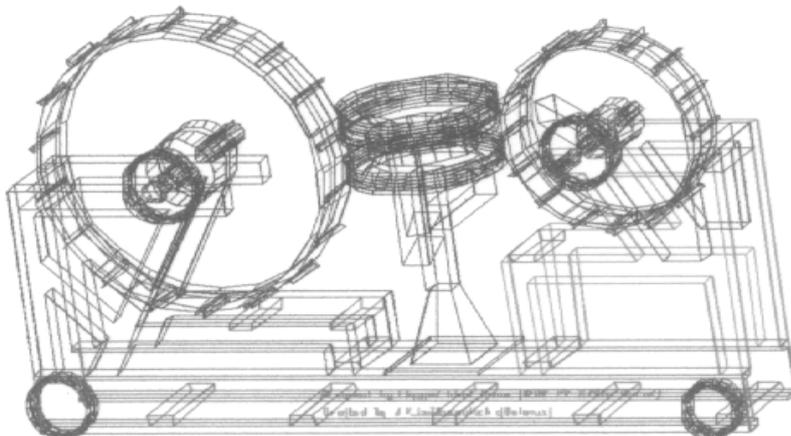


**Figura 2.** Corte do tipo transversal

## 5. MÁQUINA DE DESFIBRAR DE CORTE DO TIPO TRANSVERSAL

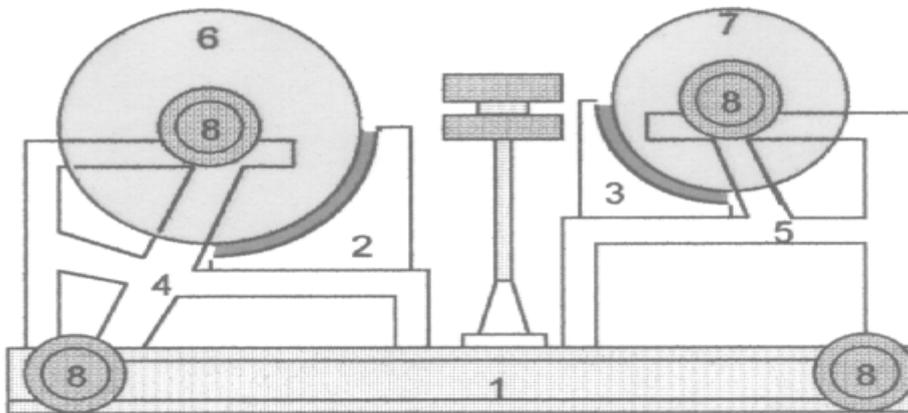
### 5.1 A máquina existente

Está apresentada na figura 3 a máquina de desfibrar de corte do tipo transversal existente.



**Figura 3.** Vista isométrica da máquina de desfibrar existente

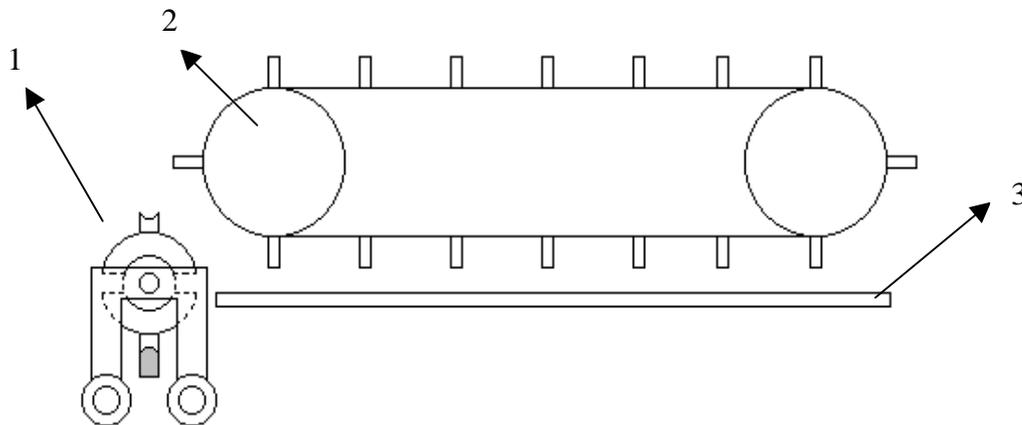
Esta máquina foi construída em 1995 pelo mecânico José Faustino de Nova Floresta, Paraíba. A máquina tem dimensões de 8000mm x 1500mm x 1500mm e consumo em torno de 30 cv (cavalo vapor). Devido ao seu tamanho o seu transporte é feito através de um trator. O uso desta máquina demanda uma grande área de plantação de sisal. O custo em 1995 foi estimado em R\$14.000.



**Figura 4.** Esboço da máquina de desfibrar de corte transversal existente

## 5.2 Protótipo sugerido

Está apresentado na figura 5 um esboço da vista frontal da máquina de desfibramento de corte do tipo transversal com o detalhe da garra mecânica. Esta garra mecânica se movimenta através de um barramento transportando a folha de sisal ao longo do comprimento dos rotores.



**Figura 5.** Esboço da vista frontal da máquina de desfibramento com detalhe da garra mecânica

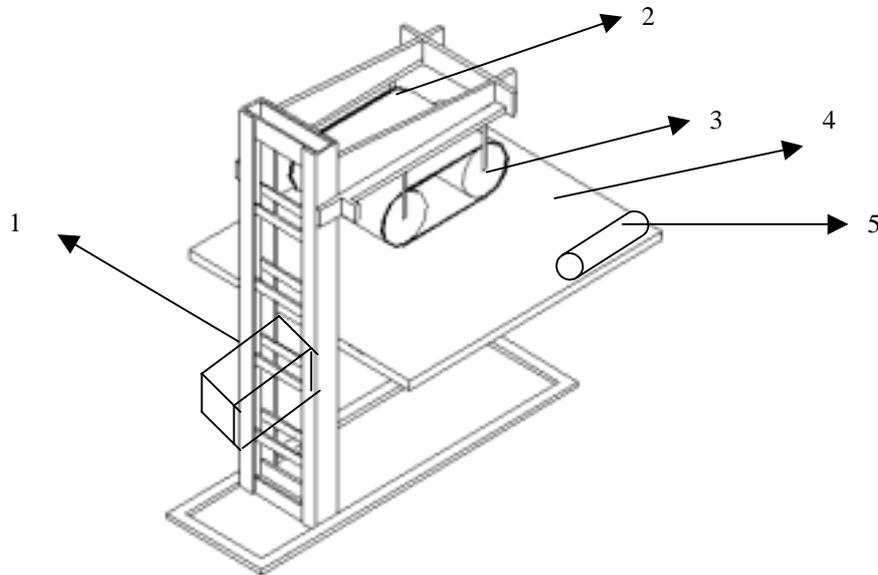
Legenda:

1. garra mecânica;
2. rotor;
3. raspador;

Está apresentado na figura 6 o protótipo da máquina de desfibramento de corte do tipo transversal. Os rotores que estão dispostos no mesmo plano a uma distância de centro a centro de 650mm são rotacionados por uma correia de transmissão acionada por um motor elétrico

de 4 cv. Quando os rotores giram a esteira metálica que está fixada a eles movimentam as pás para desfibrar a folha.

A entrada da folha para o processo de desfibramento fica na parte inferior dos rotores, entre os rotores e o raspador. E a garra tem a função de transportar e segurar a folha.



**Figura 6.** Esboço da Máquina de desfibramento de corte do tipo transversal

Legenda:

1. base para o motor elétrico;
2. esteira metálica;
3. rotores;
4. raspador;
5. garra;

## 6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As máquinas de desfibrar usadas no Nordeste, não automáticas, executam um processo de desfibramento ainda primitivo, através do motor paraibano. As máquinas automáticas dispostas em cooperativas, estão paradas devido a falta de incentivo econômico. Na região do Curimataú e Seridó paraibano está visível a decadência da plantação do sisal, onde não existe uma política de incentivo para os pequenos produtores.

O incentivo tecnológico visa a melhoria e o aperfeiçoamento deste tipo de máquina, onde os experimentos práticos evoluirão até alcançar resultados satisfatórios, em relação a alta produção horária e a qualidade da fibra.

A máquina de desfibramento de corte do tipo transversal proporcionará ao operador, através do conceito de automação sustentável e segura, uma maior oportunidade de comercialização das fibras para a indústria.

Pode-se observar que em relação a geometria, o protótipo sugerido é conveniente para ser transportado além da redução dos custos de fabricação.

## 7. REFERÊNCIAS

- Dana, S.S., 1999, "Design of an alternative safe parallel threshing machine" , Proceedings sixth Pan-American Congress of Applied Mechanics and eighth International Conference on Dynamic Problems in Mechanics (DINAME 99), vol. 8, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 1189-1192.
- Dana, S.S., Monteiro, L.L., 1998, "The state of art in development of threshing machines: A theoretical model for comparing production rates", Anais do V Congresso de Engenharia Mecânica Norte-Nordeste, vol. II, Fortaleza, Brasil, pp. 361-368.
- Dana, S.S., 1997, "Revising the design of the transversal threshing machine by considering the actual load distribution", Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference on Dynamic Problems in Mechanics, vol. I, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil, pp. Ap1-Ap3.
- Dana, S.S., 1996, "Structural optimization of the threshing machine", Anais do III Congresso de Engenharia Mecânica Norte-Nordeste, vol. I, Recife, Brasil, pp. 475-480.
- Revista Globo Rural, Julho/1993,n°93, pp. 24-30.
- Fiod, M.N., Back, N., "Sobre metodologias para avaliação de concepções de produtos industriais : uma análise exploratória. ", Anais do III Congresso de Engenharia Mecânica Norte-Nordeste, vol. II, Belém, Brasil, pp. 643-646.
- Scholz, H., 1959, Banco do Nordeste do Brasil escritório técnico de estudos econômicos do Nordeste. Sisal (problemas técnicos), vol. 2, Fortaleza, Brasil, pp. 118-120.