

PROTÓTIPO DE UMA MÁQUINA DESFIBRADORA DE SISAL DE CORTE PARALELO, UTILIZANDO UMA GARRA PARA A REALIZAÇÃO DO MOVIMENTO DE RETIRADA DA FOLHA DURANTE O DESFIBRAMENTO

Josenilson dos Santos Araújo

Seyyed Said Dana

André Moreno da Costa Moreira

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Departamento de Tecnologia Mecânica, 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: Josenilsonsa@bol.com.br

Resumo

As máquinas desfibradoras existentes não oferecem nenhuma segurança ao seu operador. Desfibrar as "folhas de agave" é uma das principais fontes de sobrevivência econômica da região Nordeste do Brasil. Substituindo a máquina existente por uma nova que ofereça segurança não só é uma necessidade para reduzir acidentes de trabalho, mas também oferecer uma oportunidade de emprego para mais de meio milhão de pessoas, tentando evitar a migração delas para as superlotadas áreas urbanas. Nos últimos anos o enfoque foi projetar máquinas de tamanho reduzido que dessem assistência a pequenos e médios produtores. Uma atenção especial é prestada à simplificação do trabalho do operador sem ser necessária a eliminação de postos de trabalho. Desta forma, o conceito de automatização sustentável segura é introduzido, e o processo de projetar uma máquina desfibradora de corte paralelo pequena, e segura com o movimento de retirada da folha é proposto.

Palavras-chave: Tecnologia Adequada, Protótipo de Máquina, Sisal, Máquina Desfibradora.

1. INTRODUÇÃO

A principal vegetação capaz de sobreviver a uma condição de clima severa e muito seca na região Nordeste do Brasil é denominada agave. Esta planta cresce em áreas rurais do Nordeste brasileiro, e é a principal fonte de renda para a maioria da população sertaneja.

Para fazer uso desta planta é necessário transformar a folha em fibra através do seu desfibramento. O produto final e utilizável é uma fibra natural e ecológica que pode ser usada na fabricação de materiais têxteis diferentes.

Há poucos registros de projetos e fabricação de máquinas desfibradoras, devido a falta de interesse econômico no desenvolvimento das mesmas. Esta é uma conclusão óbvia que pode ser feita por qualquer indivíduo que esteja atento às condições sócio-econômicas da região nordeste do Brasil. A tecnologia usada para o desfibramento começou a ser desenvolvida no México no século XIX. Um relatório interno escrito pelo CEPED, um instituto de pesquisa de desenvolvimento do estado da Bahia, Brasil, descrevia todos os aspectos de tecnologias existentes de desfibramento, de 1935 a 1987. O relatório indica a existência de várias propostas de máquinas desfibradoras bem como os princípios operacionais das mesmas.

Mas, as máquinas primitivas tinham uma baixa taxa de produção, onde o esforço do trabalhador devia ser acrescido continuamente para se ter uma máquina mais rápida e mais produtiva. Finalmente uma máquina chamada " Motor Paraibano " foi desenvolvida no nordeste brasileiro. Sendo hoje a principal e a única máquina disponível à população trabalhadora desta região. A figura 1 mostra a geometria básica desta máquina.

A máquina existente, " Motor Paraibano " não oferece nenhuma segurança ao trabalhador que a utiliza. O processo de alimentação é realizado através das mãos do operador, gerando um grande risco de acidentes de trabalho. A população de trabalhadores dedicada a processar o " agave " especificamente os operadores das desfibradoras, foi submetida a um processo sistemático de mutilação de mãos e braços, enquanto usavam esta máquina. Esta situação dramática afeta as áreas de toda " a produção de agave " que são todos os estados do Nordeste brasileiro. Para citar uma referência, é suficiente mencionar a região da Bahia um dos principais produtores. Este estado tinha apresentado em 1984 um dado estatístico de 5000 mutilados. Este número representa apenas a parte dos incidentes oficialmente registrados.

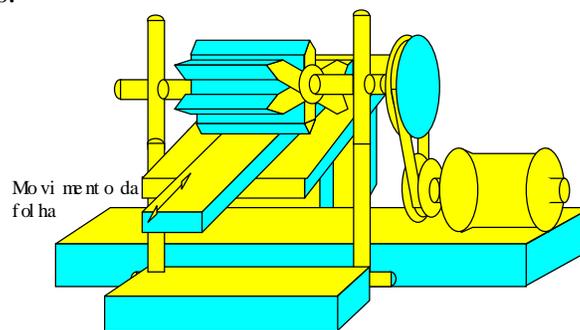


Figura 1- Geometria do " Motor Paraibano "

Vários esforços foram concentrados através de universidades e diferentes instituições na construção de alguns dispositivos de segurança para uso no " Motor Paraibano " visando prevenir os acidentes. Recentemente, Dana(1997), explicou as razões principais para a falta de sucesso no desenvolvimento destas máquinas.

A principal razão mencionada para este fracasso baseia-se no fato de que a folha é segurada pelas mãos do operador. Como o período de trabalho chega a 10 ou mais horas por dia, a fadiga devido à força de puxar a folha aplicada as mãos e ombros diminuem a sensibilidade das mãos do operador, conduzindo à má operação e aumento de riscos de acidentes. Em outras palavras, o processo de desfibramento não oferece qualquer tipo de conforto para o trabalhador, o que demonstra a necessidade de se mudar o procedimento de desfibramento.

Dessa forma, o conceito de automatização sustentável segura é introduzido, e o processo de projetar uma máquina desfibradora paralela de pequeno porte segura, com movimento de retirada da folha é proposto.

2. ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

Para projetar qualquer processo ou produto, novo ou alternativo, deve-se considerar quatro aspectos fundamentais:

- aspectos econômicos e poder de compra dos clientes potenciais;
- circunstâncias sociais e ambientais;
- disponibilidade tecnológica para produzir o produto;
- exigências técnicas.

Para a era da tecnologia sofisticada, as tendências demonstram o emprego de produtos altamente automatizados por várias razões, a eficiência e confiabilidade dos procedimentos automatizados e produtos com preços mais baixos são argumentos suficientes para a aprovação e apoio da idéia em questão, implementando o conceito de automatização para a maioria dos processos de produção e produtos.

Analisando a renda bruta da população em áreas rurais da região nordeste do Brasil, pode-se chegar facilmente à conclusão que os clientes potenciais não possuem um alto poder aquisitivo. O ambiente social da mesma região indica ainda o estado de baixo desenvolvimento.

Resultados de relatórios oficiais indicam uma tendência de migração entre zonas rurais e as urbanas, sufocadas já com seus próprios problemas. O projeto de uma nova máquina desfibradora preocupa-se também com os problemas social, econômico, e político e não somente com o problema técnico.

A pobreza, combinada ainda com a falta de água, por causa da condição do tempo muito seco no Nordeste, contribui para a diminuição da densidade tecnológica bem como disponibilidade de bons produtos e serviços.

Os três primeiros aspectos, já foram analisados, porém, o que tem maior peso no projeto final é o quarto aspecto que são as exigências técnicas. Por outro lado, a falta de eficiência e qualidade na produção das " fibras de sisal " poderia levar a falência da atividade econômica relativa a comercialização as fibras.

Assim, para suprir as necessidades de todos os quatro aspectos básicos no projeto de uma máquina desfibradora alternativa, é introduzido o conceito de automatização sustentável segura sendo discutidas suas aplicações e seus limites.

3. CONCEITO DE AUTOMATIZAÇÃO SUSTENTÁVEL SEGURA

A definição do conceito de automatização sustentável segura é muito simples, e tem como objetivo introduzir a automatização de processos, máquinas, e produtos, só nas áreas específicas, partes, ou componentes que são perigosos ao operador ou que causam fadiga na produção em série.

Desta maneira, a força de trabalho só é substituída por componentes automáticos, obviamente, nas áreas de risco. Como o trabalho nestas áreas é realizado por elementos automatizados, a segurança humana é preservada. Ao mesmo, o tempo, a eficiência, a produtividade e qualidade tendem a aumentar trazendo benefícios econômicos.

3.1. Concepção de projeto da máquina desfibradora com movimento de retirada da folha.

O conceito de automatização sustentável segura é aplicado em uma nova filosofia de projeto. A nova idéia tem como principal objetivo, transferir o trabalho feito pela mão do operador para um dispositivo mecânico. Deste modo, o operador está livre da fadiga criada na área das mãos e do ombro. O resultado será uma máquina mais segura e confortável no desempenho desta atividade. Os aspectos econômicos são fortemente encorajadores para a substituição do " Motor Paraibano ". Neste projeto, o movimento de retirada da folha é introduzido por três razões:

1. Para projetar uma máquina similar à configuração do " Motor Paraibano ". É necessário que a máquina esteja em conformidade com as características físicas dos operadores e sua adaptação ao trabalho facilitando a operação.

2. Fazendo isto, a máquina torna-se ergonômica e diminui a fadiga do operador, pois não há grande esforço para realizar o processo de alimentação da máquina.

3. Permite a produção de uma fibra de melhor qualidade, porque o operador está segurando a fibra já desfibrada evitando que ela venha a torcer prejudicando a qualidade do produto final.

Para propor um projeto alternativo levam-se em consideração as seguintes metas:

- máquina inteligente;
- máquina segura;
- máquina de pequeno porte;
- facilidade para operar;
- boa produtividade;
- baixo custo.

4. OPÇÕES DE DESFIBRAMENTO

Como Dana (1998) descreve, há duas opções para executar o processo de desfibramento:

Desfibramento paralelo: descrito quando a velocidade da superfície de desfibramento é paralela a velocidade da superfície da folha.

Desfibramento transversal: descrito quando a velocidade da superfície de desfibramento é perpendicular à velocidade da superfície da folha.

Sendo descritas as vantagens de ambas as opções relatadas neste trabalho, e já considerando as metas definidas, a nova máquina deveria ser compacta tornando-se portátil.

Dessa forma a primeira opção, o desfibramento paralelo, é adotado.

4.1. Descrição do desfibramento paralelo

Utilizando o modelo de máquina " Motor Paraibano "(tradicional), o elemento responsável pelo desfibramento é uma lâmina especial que está montada em um rotor móvel. No início do desfibramento, a folha é estacionária, tendo mais tarde uma velocidade relativa em sentido oposto das lâminas giratórias. O operador enquanto segura em uma das metades da folha, alimenta com a outra parte as lâminas giratórias. Posteriormente ele retira a folha, como mostrado pelo movimento M na figura 2, desfibrando assim metade da folha. Efetuando então a primeira parte do trabalho a ser executada pelo operador. A segunda parte do trabalho, baseia-se em virar a folha entregando a mesma a um outro operador. O segundo operador, enquanto segura à primeira parte que já está desfibrada, alimenta a máquina com a segunda parte da folha através da lâmina giratória desfibrando a segunda parte, iniciando o processo de armazenamento.

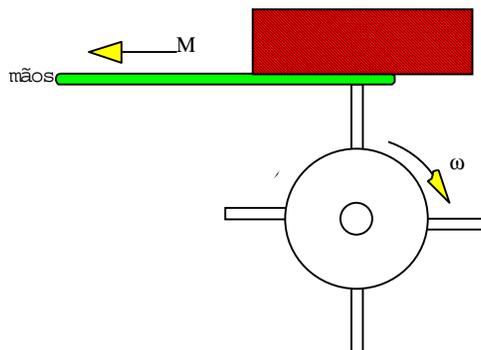


Figura 2 - A Configuração da Desfibradora Paralela

4.2. A alimentação alternativa

O principal desafio e objetivo do nosso projeto é a segurança do operador, logo, as configurações alternativas apresentadas permitem que o operador trabalhe sem utilizar as mãos para realizar o desfibramento. As possíveis configurações para a concepção da máquina foram as seguintes:

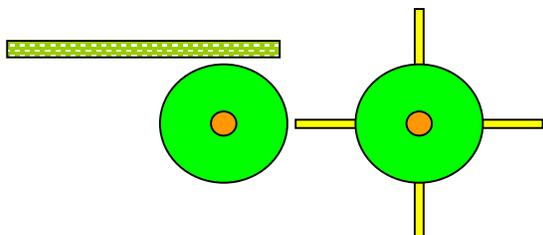


Figura 3 - Configuração usando dois rotores (1)

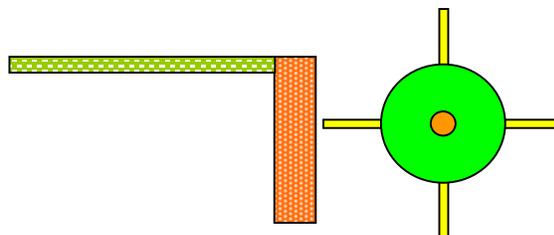


Figura 4 – Configuração usando um rotor e um batedor (2)

A configuração (1) satisfaz o tipo de desfibramento proposto, mas com uma desvantagem, pois o desbaste realiza-se em apenas um ponto que é o tangencial entre os raspadores e o cilindro de apoio. A configuração (2) é mais viável pois o desfibramento ocorre ao longo de toda a superfície do batedor permitindo assim um desfibramento progressivo e sem cargas excessivas aplicadas repentinamente.

5. CONFIGURAÇÃO ADOTADA

A configuração adotada no desenvolvimento do projeto levou em conta todos os fatores possíveis em relação as configurações alternativas. Como já foi citado, o tipo de configuração adotada é a que temos um batedor para suportar a carga do desfibramento com uma restrição. O batedor terá uma certa curvatura que tangenciará as lâminas raspadoras as quais estão montadas sobre um cilindro conectado ao motor elétrico que além de ser responsável pelo desfibramento também será de fundamental importância para realização do mecanismo de retirada da folha que será detalhado mais adiante.

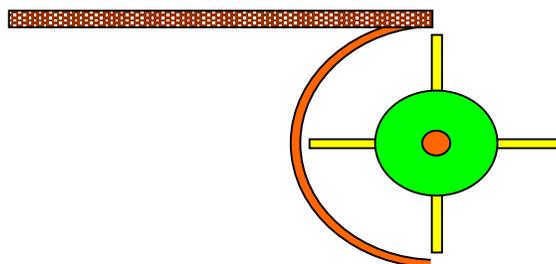


Figura 5 – Configuração adotada

6. O MECANISMO DE RETIRADA DA FOLHA

O mecanismo de retirada da folha possui um elemento fundamental no qual baseia-se o nosso trabalho que é uma garra projetada para suportar a carga do desfibramento que é da ordem de 50 Kgf. Esta garra está montada sobre trilhos por meio de roldanas visando reduzir o atrito e conseqüentemente a força do operador para realizar a tarefa de alimentação da máquina. A folha é colocada até a sua metade dentro das superfícies móveis da garra cuja posição inicial é aberta, com o início do movimento uma das superfícies móveis (a inferior)

irá deslocar-se para cima de modo a prender a folha, isto é possível devido a duas barras presas sobre a superfície da mesa que realizam pressão sobre a garra a partir de um determinado espaço. Ao chegar no final do curso do barramento dos trilhos, a garra encontrará um limitador que a impedirá de continuar o curso, evitando assim acidentes de trabalho. Neste momento o operador aciona o mecanismo de retirada da folha através de uma alavanca que tensionará uma correia que está conectada a um sistema de polias ligadas ao eixo do rotor que contém as lâminas raspadoras que por sua vez é tracionado pelo motor elétrico. Essa correia está acoplada através de polias a dois cilindros em cujas superfícies estão enrolados cabos de aço que promovem a volta da garra a sua posição inicial.

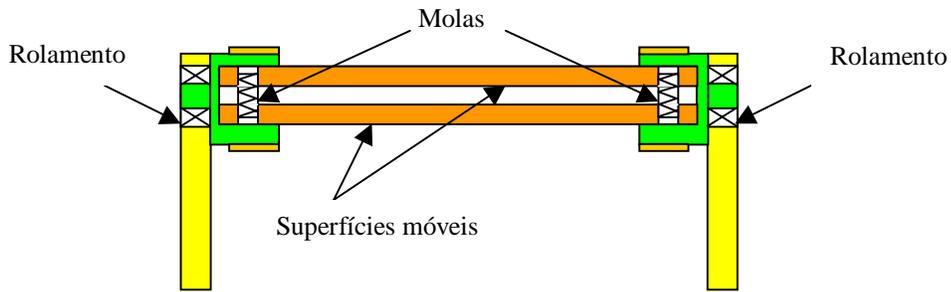


Figura 6 - Esquema da garra

O mecanismo de retirada da folha permite ao operador que trabalhe com a máquina sem utilizar as mãos para puxar a folha e desfibrá-la.

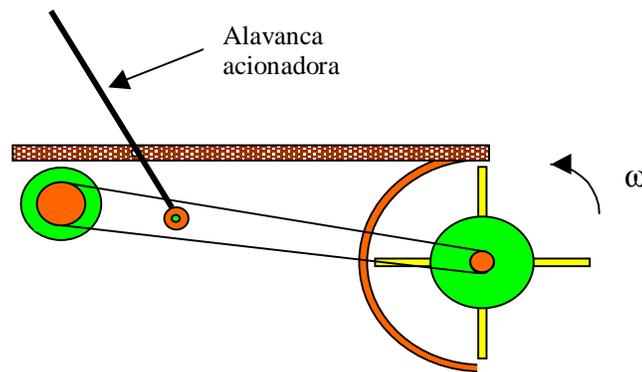


Figura 7 – Configuração do mecanismo de acionamento da garra

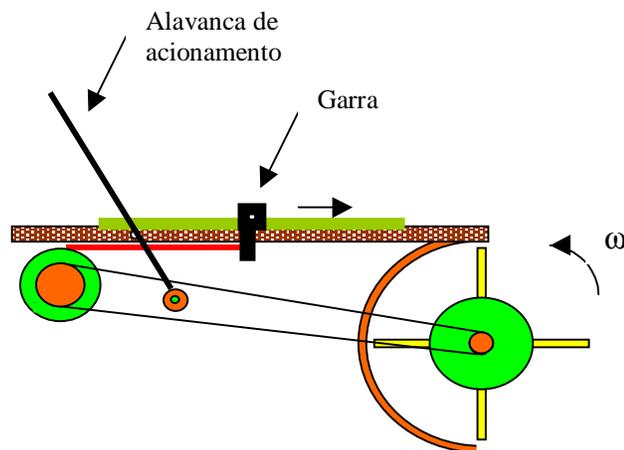


Figura 8 – Configuração do sistema durante o processo de alimentação da máquina

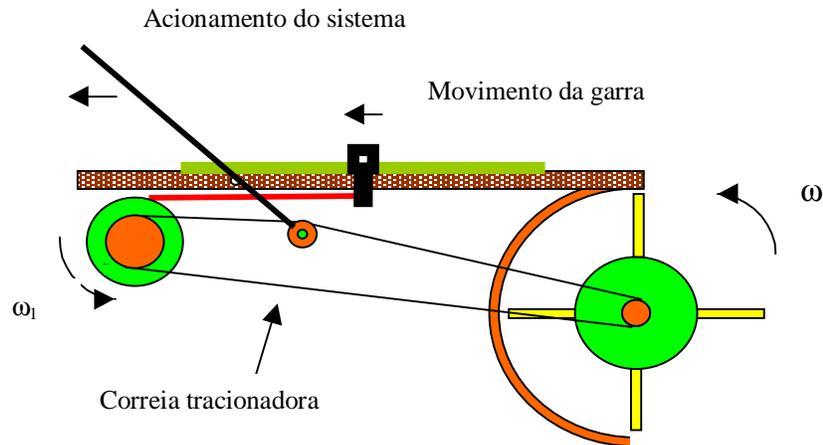


Figura 9 – Sistema de acionamento durante o processo de retirada da folha

7. O DESENHO FINAL DA MÁQUINA

A concepção final da máquina levou em consideração todos os aspectos de funcionalidade e de facilidade na manutenção e troca dos elementos componentes que a constituem, visto que a máquina desempenhará o seu trabalho em uma região que não dispõem de uma grande estrutura tecnológica para usinagem de peças detalhadas, motivo este que também é de fundamental importância para a escolha dos materiais empregados no desenvolvimento do projeto.

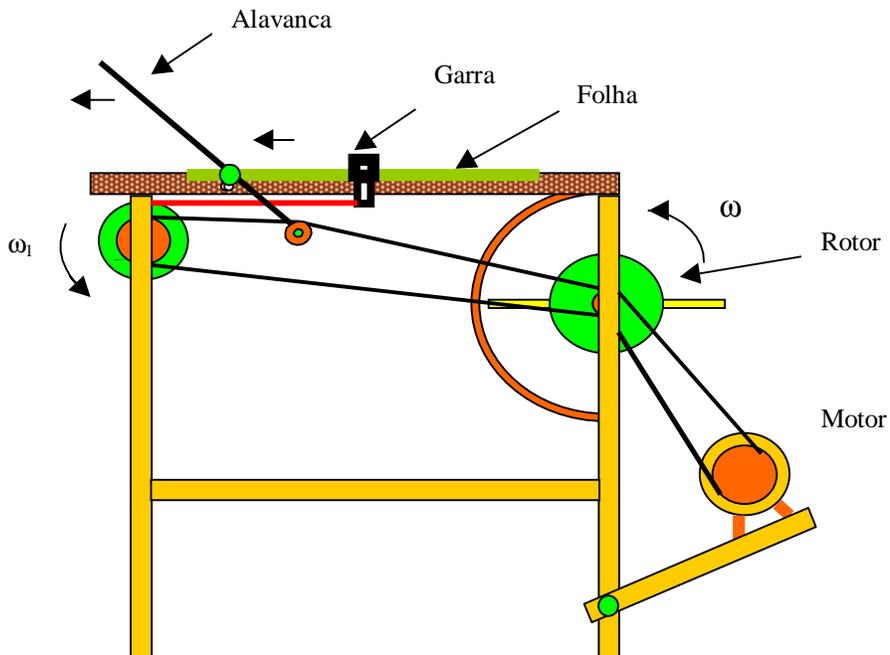


Figura 10 – Configuração da máquina na versão final

8. CONCLUSÕES

Trabalhar na concepção de um novo projeto é um dos primeiros desafios e sonhos de um engenheiro. Os princípios matemático, físico e mecânico envolvidos no processo podem parecer difíceis e complexos. O processo de criação de qualquer coisa nova é mais intuitivo que analítico. Porém, a parte mais difícil no processo realmente não é definida por fórmulas matemáticas ou conceitos mecânicos. A maioria das limitações normalmente vem com as condições sociais e econômicas do ambiente de funcionamento. É bem mais simples projetar uma nova máquina desfibradora com alta eficiência e executando todas as tarefas automaticamente, reduzindo o perigo de acidentes humanos para níveis próximos de zero. A solução de engenharia, apesar de ser excelente do ponto de vista de engenharia, conduzirá a perda de emprego de mais de meio milhão de pessoas como Hein (1994) explica no seu relatório. Estas observações finais aqui mencionadas, não tentam resolver o problema destas pessoas, mas apenas tenta mostrar que a engenharia não somente desafia um problema matemático ou tecnológico mas também problemas de ordem socio-econômicos.

O projeto com movimento de reversão procura aliviar o trabalho do operador, enquanto, ao mesmo tempo, visa quebrar as barreiras causadas por mudanças de projetos de novas máquinas desfibradoras de sisal.

O trabalho futuro entrará na direção de fabricação deste projeto e avaliação de seu desempenho, com as devidas medições de produtividade bem como sua eficiência.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dana S.S, 1999, "Design of Alternative Safe Parallel Threshing Machine". Proceedings of Sixth Pan- American Congress of Applied Mechanics and Eighth International Conference on Dynamics Problems in Mechanics, Vol. 8, pp 1189-1192, Rio de Janeiro, Brazil
- Dana, S.S, Moreira, A.M, 1998, "Design of a Safe Parallel Threshing Machine Using Alternating Movement". V CEM- NNE, Vol. II pp 503-510, Fortaleza, Brazil
- Dana, S.S, Monteiro, L.L., 1998, "The State of Art of the Threshing Machines: The Productivity Estimations and Comparisons". V CEM- NNE, Vol. I pp 361-368 .Fortaleza, Brazil
- Dana, S.S. 1997, " Revising the Design of the Transversal Threshing Machine by Considering the Actual Load Distribution", Proceedings of 7th International Conference on Dynamic Problems in Mechanics, Vol. I, pp Ap1-Ap3, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil
- Dana, S.S. 1996, " Structural. Optimization of the " Threshing Machine", Proceedings. of IV CEM-NNE, Vol I, pp 475-480, Recife, Brazil
- Hatakeyama, Kazuo. 1990, "Maquina Desfibradora de Sisal, Estado da Arte", Poli, Salvador. Brazil.
- Hein, Rony. 1994, "A Sina do Sisal". Terra , Ano3, Edição 30, pp60-66, São Paulo, Brazil.
- Targino, G. Dana, S.S. 1992, "Uma Estratégia para Fortalecimento da Tecnologia Regional", Proceeding of IICEM-NNE, Vol.II, pp452-457, João Pessoa, Brazil