

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TESE DE DOUTORADO
MARIA DA CONCEIÇÃO GUIMARÃES OASHI

ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA COMO SUBSÍDIO PARA
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO
AGRONEGÓCIO DO SISAL NA PARAÍBA

ORIENTADOR: PROF. BRUNO HARTMUT KOPITTKE, Dr.

CO-ORIENTADOR: PROF. JOSEPH MILLER, PhD

MARIA DA CONCEIÇÃO GUIMARÃES OASHI

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

TESE DE DOUTORADO

**ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA COMO SUBSÍDIO PARA
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO
AGRONEGÓCIO DO SISAL NA PARAÍBA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia.

Florianópolis - SC

1999

**ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA COMO SUBSÍDIO PARA PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO DO SISAL NA PARAÍBA**

MARIA DA CONCEIÇÃO GUIMARÃES OASHI

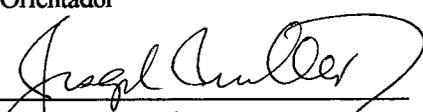
ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“DOUTOR EM ENGENHARIA” – ESPECIALIDADE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,
ESTANDO APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO DA UFSC.



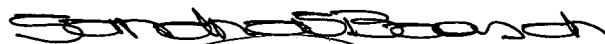
Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD.
Coordenador do Curso



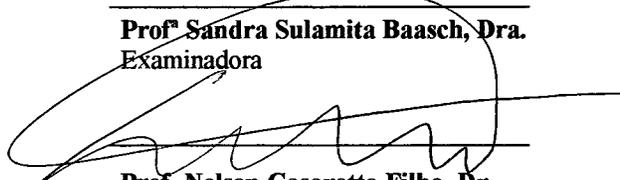
Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.
Orientador



Prof. Joseph Miller, PhD.
Co-orientador



Prof.ª Sandra Sulamita Baasch, Dra.
Examinadora



Prof. Nelson Casarotto Filho, Dr.
Examinador



Prof. Lauro Xavier Filho, PhD.
Examinador

Florianópolis - SC

1999

DEDICATÓRIA

Apenas um ser nesse mundo seria capaz de me dar tanta força para chegar até aqui:
DEUS!

AGRADECIMENTOS

Aos professores Bruno Hartmut Kopittke e Joseph Miller, pela orientação acadêmica recebida no transcurso deste trabalho.

A todas as instituições públicas e privadas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que todo esse esforço fosse transformado em realidade, entre elas:

- Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal de Santa Catarina, por me terem proporcionado um ambiente estimulante que me levou a escrever este trabalho.
- Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba – FAPESQ e Secretaria da Indústria e Comércio do Estado da Paraíba.
- EMEPA, EMATER, BRASCORDA S.A, COSIBRA e CISAL, tão receptivas às minhas solicitações.
- SEBRAE-PB, que sempre me apoiou profissionalmente.

Meus agradecimentos especiais aos professores Lauro Xavier Filho, Nelson Casarotto, Sandra Sulamita Baash e Cosmo Severiano Filho, pelas críticas e sugestões apresentadas.

Quero agradecer ainda aos amigos Aderson de Farias Dias, do Laboratório de Tecnologia Farmacêutica -LTF da UFPB, e Odilon Reny, da EMBRAPA -Algodão, pelo material valioso aqui referenciado.

Agradeço também a Arturo Felinto, pelos trabalhos de normatização e apresentação visual, e ao professor Felix de Carvalho, pela revisão de linguagem.

Por último, mas não menos importante, quero expressar profunda gratidão à minha mãe, ao meu marido, e aos meus filhos que efetivamente defenderam a minha iniciativa, o meu desempenho e processo de crescimento. Acreditaram em mim.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS
LISTA DE QUADROS
LISTA DE FOTOS

RESUMO
ABSTRACT

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O ESTUDO PROPOSTO	1
1.1. Caracterização do problema	1
1.2. Justificativa	3
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo geral	7
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4. Metodologia	8
1.5. Estrutura do trabalho	12
CAPÍTULO 2: COMPREENSÃO DO CONTEÚDO TEÓRICO-CONCEITUAL	14
2.1 Dimensão do <i>agribusiness</i>	14
2.2 Análise de <i>filières</i> ou cadeias de produção agroindustrial	24
2.3 Contribuição da análise de <i>filière</i> para o gerenciamento estratégico moderno - a metodologia da <i>filière</i> ideal proposta por Floriot	34
CAPÍTULO 3: REFLEXÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL	40
A questão agrícola e o meio ambiente	40
CAPÍTULO 4: CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A AGAVE	51
4.1. Origem e evolução	51
4.2. Introdução da planta no Nordeste	54
4.3. Considerações sobre a cultura da agave no México	58
CAPÍTULO 5: SISTEMA AGROINDUSTRIAL DO SISAL NA PARAÍBA	65
5.1. Dimensão da produção agrícola	65
5.1.1. Informações básicas sobre a cultura	70
5.2. Dimensão industrial do sisal	81
5.2.1. Seleção e classificação das fibras	84
5.2.2. Enfardamento	88
5.2.3. Principais aspectos tecnológicos da produção agrícola sisaleira	90
5.3. Dimensão da distribuição e do consumo	100
5.3.1. Situação do mercado externo	101
5.3.2. Situação da economia mundial do sisal e do henequém	103
5.3.3. Situação do mercado interno	105
5.4. Principais usos do produto	108
5.5. Considerações sobre o programa de recuperação da cultura do sisal no Estado da Paraíba	109

CAPÍTULO 6: AGRONEGÓCIO DO SISAL – CONSIDERAÇÕES SOBRE AS NOVAS OPORTUNIDADES AGROINDUSTRIAIS	114
6.1. Cadeias de produção analisadas	115
6.1.1. Utilização da biomassa para fins energéticos e produtos químicos	115
6.1.2. Utilização de fibras naturais em materiais compósitos	125
6.1.3. Aproveitamento do suco de sisal como fonte industrial de esteróides	138
6.1.4. Utilização do sisal e seus subprodutos na nutrição animal	147
6.1.5. Estrutura, propriedades e aplicações das fibras naturais em tapetes, carpetes e geotêxteis	153
6.2. Perspectiva de ampliação do mercado a partir de novos usos	163
CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES	171
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	Sistema agroindustrial do sisal na Paraíba	11
FIGURA 2:	Esquematização de um sistema agroindustrial	23
FIGURA 3:	Potencialidades de valorização da biomassa	119
FIGURA 4:	<i>Summary of principal processes for plant biomass utilization</i>	124
FIGURA 5:	Classificação das fibras têxteis	136
FIGURA 6:	Cadeia de produção agroindustrial para materiais compósitos	137
FIGURA 7:	Fluxograma da fermentação anaeróbica do suco do sisal	144
FIGURA 8:	Cadeia de produção agroindustrial para o acetato da hecogenina	146
FIGURA 9:	Cadeia de produção agroindustrial para a nutrição animal	152
FIGURA 10:	Cadeia de produção agroindustrial para tapetes, carpetes e geotêxteis	162
FIGURA 11:	Processo de Beneficiamento do Sisal	170

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1:	Área colhida, produção e produtividade na lavoura do sisal no Nordeste – 1975 a 1995	66
QUADRO 2:	Produção agrícola municipal: Paraíba – 1995	67
QUADRO 3:	Planilha de custos para manter e desfibrar um hectare de sisal	70
QUADRO 4:	Rendimento médio de feijão e de milho em kg/ha, obtido no consórcio com agave híbrido 11.648. Monteiro/PB – 1997	74
QUADRO 5:	Rendimento médio de feijão e de milho em kg/ha, obtido no consórcio com agave sisalana. Monteiro/PB – 1997	74
QUADRO 6:	Produção da palma forrageira em raquetas e em kg/ha e rendimento médio do capim buffel em massa verde, obtido no consórcio com agave híbrido 11.648. Monteiro/PB – 1997	75
QUADRO 7:	Características agrônômicas e resistência de fibra de diferentes materiais de agave em sua primeira colheita. Monteiro/PB – 1996	78
QUADRO 8:	Características agrônômicas e resistência de fibra de diferentes materiais de agave em sua primeira colheita. Barra de Santa Rosa/PB – 1997	79
QUADRO 9:	Classificação da fibra de sisal	85
QUADRO 10:	Custo de produção da máquina de alta capacidade operacional não-mutiladora	96

QUADRO 11:	Países produtores de sisal (em 1.000 ton)	101
QUADRO 12:	Preços do sisal em nível mundial	103
QUADRO 13:	Resíduos do processamento de fibras vegetais	133
QUADRO 14:	Análise bromatológica de diversos ingredientes utilizados na alimentação de bovinos e ovinos. Areia/PB – 1995	149
QUADRO 15:	Dados médios de ganho de peso diário(GPD) de bovinos e ovinos alimentados com a folha da agave e outros ingredientes. Soledade/PB – 1995	149
QUADRO 16:	Dados médios de proteína, fósforo, creatinina, cálcio e uréia do plasma sanguíneo de bovinos alimentados com folhas, mucilagem e pseudocaule do sisal, durante o período de 168 dias. Soledade/PB – 1995	150
QUADRO 17:	Consumo médio diário durante um período de 140 dias. Soledade/PB – 1995	150
QUADRO 18	Dados médios de ganho de peso diário (GPD) de bovinos e ovinos alimentados com a folha da agave e outros ingredientes após 140 dias de experimentação. Soledade/PB – 1995	151
QUADRO 19	Principais aplicações dos não-tecidos	156

LISTA DE FOTOS

FOTO 1:	Híbrido 11.648	80
FOTO 2:	Motor paraibano	92
FOTO 3:	Máquina automática	95
FOTO 4:	Peneira rotativa	97
FOTO 5:	Tapetes de sisal	154
FOTO 6:	Geotêxteis naturais	161
FOTO 7:	Geotêxteis em diferentes estruturas	161

LISTA DE ABREVIATURAS

APROSICS	Associação dos Produtores de Sisal do Curimataú e Seridó Paraibano
CISAL	Companhia Industrial do Sisal
CNPA	Centro Nacional de Pesquisa do Algodão
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COSIBRA	Companhia Sisal do Brasil
CORDEMEX	Companhia de Desenvolvimento do México
CRISPIM	Companhia Paraibana de Sisal
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMEPA	Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba
FIBRASA	Fiação Brasileira de Sisal S.A.
FNE	Fundo Nacional de Financiamento do Nordeste
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Seg. e Medicina do Trabalho
FUNDAGRO	Fundo de Desenvolvimento Agropecuário
IDEME	Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba
ISA	Indústria Nordestina de Cordas LTDA
PRODEZOH	Programa de Desarrollo de la Zona Henequenera
PRONAF	Programa Nacional do Fortalecimento da Agricultura Familiar
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

RESUMO

O presente trabalho se propõe avaliar as oportunidades para a cultura do sisal no Estado da Paraíba.

Constatou-se que atualmente valiosos recursos estão sendo jogados fora, por falta de uma utilização mais racional das potencialidades de aproveitamento dessa planta. São analisados alguns aspectos importantes sobre o desenvolvimento e melhoria de processos no que tange à utilização dos subprodutos desperdiçados no campo, dando-lhes uma nova dimensão de mercado.

Dentro de enfoques metodológicos inovadores, procurou-se: a) analisar o sisal como um sistema de inter-relações mais complexas com foco na cadeia produtiva; b) buscar uma maior racionalização dos procedimentos produtivos, agrícolas e industriais; c) conceber modelos novos a partir da utilização de novos componentes e novas matérias-primas que resultem em produtos de alto valor agregado.

Nesse sentido, espera-se que as cadeias aqui definidas possam ser consideradas modelos alternativos para plantas industriais que venham a ser instaladas nas áreas produtoras de sisal. Elas constituem, portanto, o mecanismo mais apropriado, através do qual se pode ilustrar, com base nas informações obtidas e nos estudos até agora realizados, situações concretas de aproveitamento capazes de equacionar, a médio prazo, os problemas das regiões mais secas do Estado.

ABSTRACT

The present work constitutes a broad-based evaluation of the opportunities for the improvement of the cultivation of sisal in the State of Paraíba and in its utilization.

It is emphasized that valuable resources are currently being wasted, due to the lack of a more rational utilization of the potential of sisal. In this context, important aspects of the development and improvement of processes which can use the sub-products discarded in the field are put forward. These can give a new dimension to the sisal industry.

The innovative methodological approach is directed to; a) an analysis of sisal in terms of more complex inter-relations, focussing the chain of production; b) seeking a greater rationalization of agricultural, industrial and production procedures; c) conceiving new models, taking advantage of new components of the chain of production and of new raw-materials to augment the total aggregate value of production.

In this respect, we suggest that the production sequences set out in this work be installed in the regions where sisal is produced.

In this way, concrete advances in the medium-term, can be made in solving the problem of the drier regions of the State.

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O ESTUDO PROPOSTO

1.1. Caracterização do problema

A agroindústria do sisal no Estado da Paraíba é uma atividade totalmente dependente das exportações norte-americanas e européias, principais mercados compradores da fibra para confecção do *baler twine*, um produto amplamente utilizado no enfardamento de feno e palha de cereais.

Como segmento exportador, o setor sempre está mais exposto às mudanças na política cambial e comercial do país do que ao desempenho do mercado interno. Além disso, é afetado diretamente pela prática competitiva das empresas multinacionais que dominam os mercados da Europa e América do Norte, e também pelo comportamento do mercado internacional de sisal.

Em que pesem fatores diferentes que determinam a dinâmica do setor, observa-se que a produção, o rendimento e a área cultivada apresentam-se declinantes ao longo dos últimos anos. A ausência de práticas adequadas de plantio, tratos culturais incorretos, cortes indiscriminados das folhas, utilização de máquinas obsoletas no desfibramento e falta de material genético para o desenvolvimento de novas espécies, com melhor qualidade de fibra, são alguns dos fatores que mais contribuem para a competitividade da agroindústria sisaleira.

Ao lado desses fatores, verifica-se ainda uma baixa motivação para a inovação decorrente da descapitalização das empresas, uma desorganização do sistema de informações e o desconhecimento de tecnologias alternativas capazes de implementar as mudanças necessárias no setor. Sabe-se o quanto essa atividade está ameaçada. É preciso, portanto, que se criem mecanismos capazes de impulsioná-la em termos de alocação de recursos, inovação e desenvolvimento de novos produtos.

Embora subsistam, no âmbito estadual, alguns programas de pesquisa isolados, não existe efetivamente nenhuma ação programada em termos de cadeia para pesquisa do produto. A maior parte das pesquisas analisadas está voltada para as variáveis tradicionais da produção agrícola com exclusivo enfoque nos atributos agronômicos. Não existe de fato uma preocupação com o mercado, com o desenvolvimento de novos equipamentos e novos produtos à base de sisal. O estudo da cadeia produtiva de sisal poderá constituir-se num importante elemento de reorganização, permitindo o crescimento em novas áreas de produção.

Ao analisar as cinco cadeias produtivas, o trabalho procura mostrar que a atividade agroindustrial do sisal precisa preparar-se para enfrentar situações mutantes, capazes de responder com agilidade às mudanças internacionais que ocorrem no mercado.

Setores que transformam seus negócios a partir da adoção de uma mentalidade realmente inovadora experimentam um crescimento extraordinário. A tática inovadora é identificar as necessidades e os problemas do mercado e transformá-los em produtos que representem soluções.

O grande desafio, portanto, está na busca eficiente de produtos diferenciados, transformando-os em novas oportunidades de investimento. É nesse sentido que os esforços de modernização produtiva, gerencial e tecnológica devem se orientar.

1.2. Justificativa

O sisal é um componente importantíssimo na economia agrícola paraibana, constituindo-se num dos principais produtos da pauta de exportações. Destaca-se também pela capacidade de geração de empregos, por meio de uma cadeia de serviços que abrange, desde os trabalhos de manutenção das lavouras (baseados na mão-de-obra familiar), a extração e o processamento da fibra para o beneficiamento, até as atividades de industrialização de diversos produtos, bem como seu uso para fins artesanais.

A resistência do sisal a fatores climáticos adversos tem sido uma das razões por que, em algumas áreas do Nordeste, os agricultores optaram pelas explorações sisaleiras. Estas constituem-se em fontes de emprego nas épocas de impossibilidade de culturas de subsistência e contribuem para a absorção de parte da mão-de-obra agrícola existente.

Ao contrário de muitos produtos agrícolas que só podem ser cultivados em determinados solos e sob condições climáticas definidas, o sisal permite seu cultivo em solos de diferentes composições e sob regimes pluviométricos os mais diversos possíveis. Portanto, essa cultura representa uma alternativa ecologicamente adequada para algumas regiões que buscam soluções para reorganizar sua vida política, econômica e social, em harmonia com a natureza.

Ao analisar as questões relacionadas à cultura do sisal no Estado da Paraíba, o trabalho procura mostrar que ela não tem conseguido responder adequadamente às necessidades das populações mais carentes da zona rural. No seu processo de produção, principalmente na etapa do desfibramento, ocorre uma enorme quantidade de desperdício de matérias-primas (bagaço e suco) que poderiam ser transformadas em produtos de grande valor comercial. Isso mostra que existe uma falta total de conhecimento por parte dos produtores sobre as reais potencialidades dessa planta.

O sisal é uma cultura que pode ser redirecionada no sentido de considerar os agroecossistemas como passíveis de combinação entre produtividade e sustentabilidade, porque tem como objetivos manter a estabilidade do meio ambiente, mediante a incorporação de processos naturais voltados para responder às necessidades atuais das comunidades agrícolas e também do mercado.

Sendo assim, o sisal torna-se um componente importantíssimo para a nossa economia, tendo em vista que esse tipo de atividade contribui substancialmente para reforçar as interações biológicas e físicas nos agrossistemas, mantendo o meio ambiente sempre em equilíbrio. Além disso, por se tratar de uma planta muito rica em subprodutos, jamais se poderá pensar em erradicá-la, quando existe um leque de soluções alternativas para o seu aproveitamento.

Por isso, não se pode mais pensar na cultura do sisal como uma atividade agrícola isolada, mas como um sistema de produção de inter-relações mais complexas. Trata-se de estudar as cadeias produtivas interligadas que vão permitir responder a vários determinantes tecnológicos, institucionais e estratégicos.

A saída para a recuperação dessa cultura é encontrar não apenas novos usos para a fibra, mas especialmente para os resíduos que estão sendo desperdiçados no campo. A questão principal está em resolver como aproveitar esse material, ou pelo menos grande parte dele, em novos usos rentáveis.

Atualmente, o enfoque moderno do *agribusiness* procura identificar problemas prioritários que devem ser atacados do ponto de vista de suas possibilidades de reaproveitamento e reciclagem, por meio da descoberta de novos componentes e novas matérias-primas que resultem em produtos de alto valor agregado.

A cadeia de produção do sisal encontra-se totalmente desarticulada como demonstram as atuais relações entre os subsistemas produtivos e de transformação. Os

resultados alcançados nesse estudo poderão contribuir para a formulação de programas e estratégias para melhorar o nível de articulação e competitividade do agronegócio do sisal no Estado. A partir desse enfoque, o presente estudo permitirá a identificação das causas da desarticulação na cadeia produtiva, bem como seus principais pontos de estrangulamento tecnológico e não-tecnológico.

Sabe-se que, para prosperar, qualquer atividade agrícola precisa dispor de acesso a novos mercados e de sistemas de produção mais competitivos. O padrão agrário moderno é a expressão da aplicação das conquistas da ciência na agricultura e das novas formas de organizar a produção rural. Por isso, é necessário que o setor agrícola se diversifique e se expanda aproveitando as grandes oportunidades existentes. A retomada da economia sisaleira exige parcerias empresariais inovadoras, construídas para adaptar-se a essas mudanças rápidas e para gerar soluções criativas.

Diante dos desafios econômicos atuais, é preciso que o setor agroindustrial adote atitudes empreendedoras e oportunidades estratégicas para a sua sobrevivência, voltadas para a incorporação de um modelo de gestão mais eficiente de recursos, de novos mercados e lucros.

Sendo muito rico em subprodutos, o sisal não poderá competir em nível internacional exclusivamente em termos de produção de *baler* e *binder twines* (cordas e fios agrícolas). É preciso começar a explorar essa cultura de forma mais racional, para que o mercado interno possa se beneficiar e se expandir substancialmente com a diversificação de novos produtos.

Descobrir alternativas tecnológicas para fibras naturais tem sido o objetivo de muitos pesquisadores nos últimos anos. Estudos mais recentes apontam para empresas que estão começando a investir em nichos heterogêneos, ou seja, em produtos com maiores possibilidades de mercado e que estejam necessariamente voltados para proteção ambiental.

Dentro desse quadro de oportunidades, a indústria automobilística desponta como exemplo de um bom consumidor de fibras vegetais e, em especial, da fibra de sisal, já contando com amplo *know-how* na aplicação de fontes renováveis na produção de vários componentes. Urge, portanto, a necessidade de se aproveitar as pesquisas já realizadas com essa cultura, as quais comprovam suas inúmeras possibilidades alternativas de aproveitamento, dando-lhe uma nova dimensão de mercado.

Criar oportunidades estratégicas significa avançar em direção ao sucesso, conquistando posições dominantes e promissoras. A busca de novos materiais apresenta-se como uma oportunidade única de se encontrar soluções alternativas e inovadoras para as áreas ainda inexploradas.

Não se pode pretender que essa pesquisa venha desatar por completo o nó das inter-relações presentes a partir do problema estudado. O importante é a identificação temática e a formulação dos problemas que fornecem progressiva renovação das questões teóricas e metodológicas estudadas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral: Apresentar a análise de *filière* como um método estratégico capaz de fornecer uma contribuição importante para a compreensão da dinâmica de funcionamento do setor agroindustrial do sisal na Paraíba.

Trata-se de entender a importância dessa cultura, suas inter-relações com os principais agentes econômicos envolvidos nesse agronegócio, avaliando aspectos relacionados com equidade, sustentabilidade e competitividade. Para isso, o sistema da cadeia produtiva deverá envolver variáveis qualitativas e quantitativas nos seus diferentes níveis, fornecendo informações consistentes para a tomada de decisões de agentes públicos e privados.

1.3.2. Objetivos específicos:

- analisar a *filière* como um instrumento de decisão nas escolhas estratégicas e como um quadro indicador das mudanças tecnológicas;
 - definir as cadeias produtivas, identificando suas interconexões entre operações técnicas comuns;
- a) identificar as demandas tecnológicas e não-tecnológicas do setor;
 - b) analisar os gargalos tecnológicos e comerciais (logísticos) como elementos de bloqueio, dentro dos diferentes segmentos da cadeia;
 - c) identificar os pontos fortes e fracos dos principais subsistemas da cadeia produtiva (subsistema produtivo, insumos básicos para produção, processamento, varejistas e consumidor final);
 - d) fornecer subsídios para a formulação de políticas e tomadas de decisão no agronegócio do sisal na Paraíba.

1.4. Metodologia

Este tópico tem por finalidade apresentar o delineamento e a esquematização do arcabouço metodológico, segundo o qual foi desenvolvido o estudo em pauta. Trata-se na verdade de expor, em linhas gerais, as diversas ações operacionais que lhe dão sustentação e validade científica.

O trabalho está voltado para identificar as principais aplicações do conceito de *filière* (cadeias de produção agroindustrial) para estudos relacionados ao agronegócio do sisal. Serão utilizadas as metodologias de análise oriundas do enfoque proposto por Davis e Goldberg (conceito de *agribusiness*), bem como o conceito desenvolvido no âmbito da escola industrial francesa durante a década de 60 (análise de *filière*).

Esses conceitos abandonam a velha divisão do sistema em três setores – agricultura, indústria e serviços – e compartilham a noção de que a agricultura deve ser vista dentro de um sistema mais amplo, composto também e principalmente pelos produtores de insumos, pelas agroindústrias e pela distribuição/comercialização.

Sob a perspectiva sistêmica, analisar o desempenho de uma cadeia industrial como a do sisal significa compreender a sua estrutura e funcionamento, examinando-se cada um de seus segmentos (produtores, beneficiadores, distribuidores etc.), as formas de inter-relações entre eles e as interações com o ambiente em que se inserem.

A aplicação potencial das duas metodologias de análise permitirá que os estudos sobre a cadeia de produção agroindustrial do sisal sejam apresentados com base em dois tipos de enfoque: mesoanalítico e sistêmico. O primeiro corresponde a uma análise estrutural e funcional dos subsistemas e de sua interdependência dentro de um sistema integrado; já o enfoque sistêmico pode ser definido como um conjunto de elementos ou subelementos em integração. Dessa forma, ele compõe os vários aspectos que caracterizam

o problema a ser estudado, de modo que a definição do sistema e de seu meio ambiente passa necessariamente pela definição do objetivo a ser alcançado pela análise.

Uma análise mesoanalítica procura mostrar que as mudanças que ocorrem no meio ambiente, decorrentes de fatores políticos, econômicos, financeiros, tecnológicos, socioculturais etc., podem alterar substancialmente a dinâmica de funcionamento do sistema. Como a cadeia de produção é considerada um sistema aberto, suas fronteiras estarão em interação permanente com o meio ambiente, permitindo constantes mudanças ao longo do tempo. O estudo das cadeias de produção dentro do enfoque mesoanalítico poderá identificar as condições que afetarão seu equilíbrio em determinados momentos.

A área física do estudo se restringiu ao Estado da Paraíba; os passos adotados para se proceder à análise da cadeia agroindustrial do sisal foram definidos da seguinte forma:

- identificação dos limites da agroindústria do sisal, com vistas a definir o objetivo do trabalho, considerando-se as fases de produção agrícola, produção industrial e distribuição e consumo;
- identificação dos atores em cada uma dessas fases, o seu papel e modo de atuação.

Para descrever-se o desempenho dos principais agentes dentro de cada segmento do sistema agroindustrial do sisal, foram realizadas pesquisas em fontes secundárias e complementadas com informações primárias, obtidas em entrevistas informais com produtores e industriais.

Grande parte das informações secundárias pertinentes ao trabalho foi obtida nos seguintes órgãos: EMBRAPA - CNPA (Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa do Algodão), Ministério da Agricultura, CACEX (Companhia de Comércio Exterior) IBGE, Secretarias da Indústria e Comércio, e da Agricultura do Estado da Paraíba, Banco do Brasil, APROSICS (Associação dos Produtores de Sisal do

Curimataú e Seridó), indústrias, bem como em outros órgãos ligados ao setor agrícola, como EMATER-PB, EMEPA e INTERPA.

Com base nas informações estatísticas disponíveis, foi feita uma análise preliminar sobre a situação da atividade sisaleira no Estado, sistematizando algumas informações sobre a produção (número de propriedades, espécies cultivadas e volume produzido) e a comercialização (canais, volumes e preços praticados).

A etapa posterior consistiu na realização de uma viagem técnica às regiões produtoras, para levantamento de informações junto aos diferentes agentes da cadeia (consumidores, varejistas, atacadistas e produtores).

Após a obtenção dessas informações e análise do comportamento da produção, venda e consumo, procedeu-se a um levantamento nas zonas de produção. Foram consultados alguns profissionais da assistência técnica e também agricultores da área, no sentido de que fossem obtidas informações suficientes sobre o atual padrão tecnológico da produção.

Isso permitiu o delineamento de questões importantes para tornar a cadeia mais competitiva e sustentável através de produtos e subprodutos com a qualidade exigida pelos consumidores intermediários e finais. Foram colhidas ainda informações de grande valia junto às empresas do Estado que utilizam sisal na produção de fios, cordas, carpetes e tapetes.

O levantamento dessas informações permitiu conhecer melhor o ambiente institucional e organizacional em que a cultura está inserida, possibilitando também uma maior visualização dos componentes e processos nos seus vários estágios de segmentação. Com isso, foi possível levantar alguns pontos de estrangulamento para o estabelecimento de ações e políticas pertinentes ao setor. A Figura 1 mostra como funciona o sistema agroindustrial do sisal na Paraíba.

SISTEMA AGROINDUSTRIAL DO SISAL NA PARAÍBA

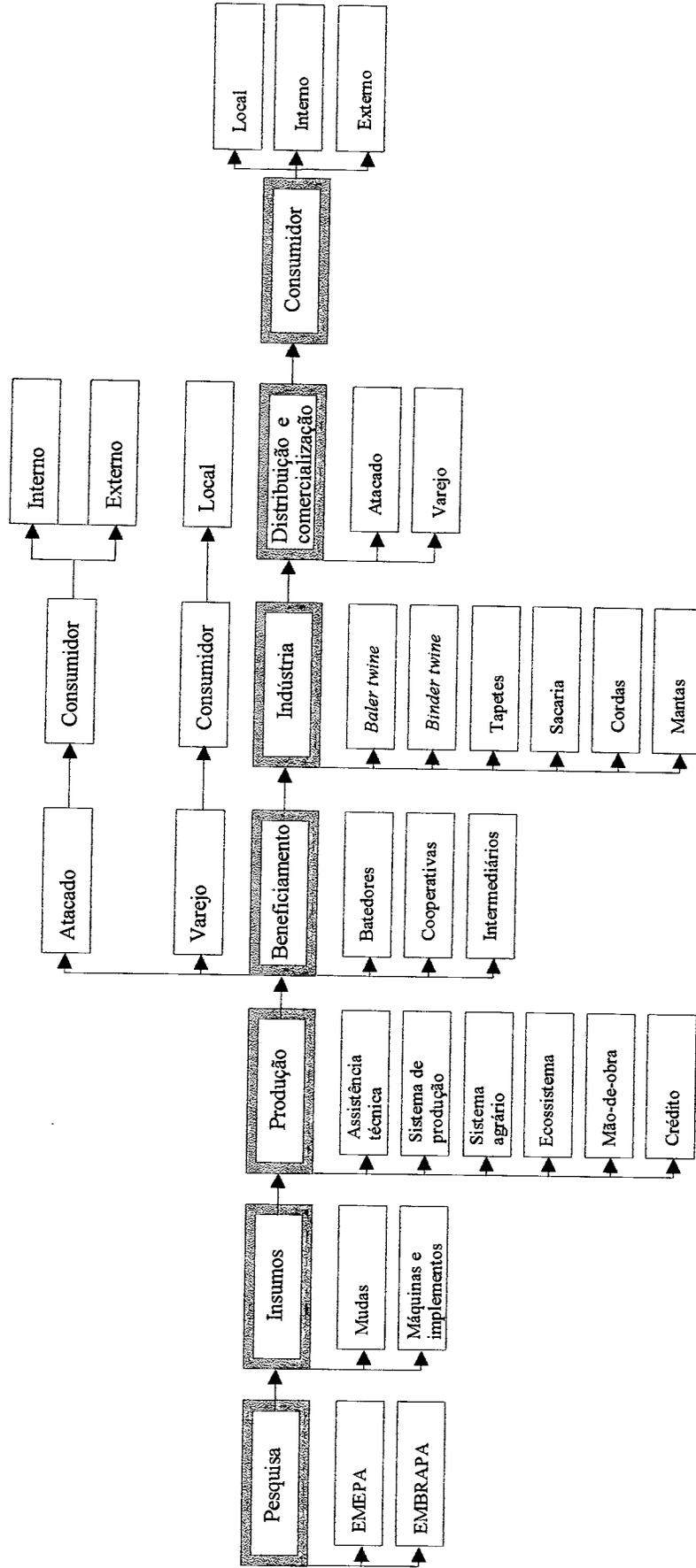


Figura 1: Sistema Agroindustrial do Sisal na Paraíba.
 Fonte: Adaptado de PEASA-CG, 1998

1.5. Estrutura do trabalho

O estudo da cadeia agroindustrial do sisal está estruturado em sete capítulos conforme as disposições operacionais requeridas pelo trabalho. O capítulo 1 tece algumas considerações introdutórias sobre o problema estudado, apresentando os objetivos, a justificativa e os aspectos metodológicos da pesquisa. O capítulo 2 apresenta elementos importantes sobre as macromudanças ocorridas na agricultura nos últimos anos. Analisa também a dimensão do *agribusiness* dentro dessa nova visão de negócios.

Nesse capítulo ainda, são apresentadas algumas considerações críticas sobre o conceito de *filière*, procurando mostrar a sua importância como modelo explicativo para a análise das cadeias agroindustriais. O objetivo do capítulo é também colocar em evidência as proposições bibliográficas pertinentes ao referencial temático da pesquisa.

O capítulo 3 aborda a questão da sustentabilidade socioeconômica e ambiental, procurando mostrar a necessidade que tem o setor agroindustrial de buscar soluções economicamente mais eficientes. Atitudes e medidas racionais para proteger e conservar os recursos tornam-se rapidamente condições indispensáveis para bons negócios. O desafio da mudança está em buscar novos tipos de vantagens competitivas mais consistentes com o desenvolvimento sustentável.

O capítulo 4 mostra a importância que a agave ocupa na estrutura da economia agrícola mundial, tecendo considerações sobre a situação atual dessa cultura no México e também no Brasil.

O capítulo 5 analisa o sistema agroindustrial do sisal na Paraíba, enfocando três dimensões fundamentais para o estudo em questão: a dimensão da produção agrícola, a dimensão industrial do sisal e a dimensão da distribuição e consumo. Esses estudos compreendem um diagnóstico de cada segmento, no tocante às características produtivas, tecnológicas, comerciais e estratégicas.

No capítulo 6, são definidas, dentro de uma concepção sistêmica e integrada, as cinco cadeias produtivas propostas para o estudo em questão: a) utilização da biomassa para fins energéticos e produtos químicos; b) aproveitamento do suco do sisal como fonte industrial de esteróides; c) utilização de fibras naturais em materiais compósitos; d) estrutura, propriedades e aplicações das fibras naturais em tapetes, carpetes e geotêxteis; e) utilização do sisal e seus subprodutos na nutrição animal. Enfatiza-se ainda a perspectiva de ampliação do mercado, a partir de aplicações tecnológicas avançadas nas áreas da construção civil, automobilística, moveleira, entre outras.

CAPÍTULO 2: COMPREENSÃO DO CONTEÚDO TEÓRICO-CONCEITUAL

2.1. Dimensão do *Agribusiness*

Neste capítulo procuramos apresentar algumas considerações sobre as macro-mudanças da agricultura nos últimos anos, destacando-se a sua importância dentro do cenário econômico mundial. Trata-se de entender o processo evolutivo da agricultura dentro dessa nova visão de negócios, assentada sobre uma nova natureza mercadológica.

É também analisar as diversas contribuições teóricas acerca dos conceitos de *agribusiness*, sistema agroindustrial, complexo agroindustrial, cadeias de produção agroindustrial, e ainda a importância que cada um desses fatores desempenha como instrumento de análise para formulação de estratégias.

Durante as últimas décadas, tem-se intensificado a percepção de que o mundo está vivenciando uma etapa de transição agrícola. A construção desse novo paradigma científico mostra que, em período recente, a agricultura mundial vem se defrontando com transformações profundas nos padrões de comércio internacional.

Na opinião de Leite et al. (1996), a velocidade com que essas informações são disseminadas e as decisões são tomadas, viabilizadas notadamente pelo avanço tecnológico da informática e de novos materiais, configura um novo ambiente cheio de mudanças cada vez mais rápidas. Nas várias argumentações conhecidas na literatura, trata-se de uma nova etapa do desenvolvimento das forças produtivas, ligadas à evolução e à aplicação imediata do conhecimento científico e tecnológico.

A agricultura não ficou imune a esse processo de modificações técnicas e econômicas, visto que também foi direcionada com o desenvolvimento de modernos insumos (fertilizantes, defensivos, máquinas e equipamentos agrícolas). De atividade voltada para a auto-suficiência da propriedade, a agricultura modernizou-se adequando-se às dinâmicas da economia de mercado.

Novas oportunidades foram descobertas ou valorizadas, impondo uma evolução e transformação da organização do sistema agroindustrial. Em um contexto global de concorrência, o rápido crescimento externo tornou-se uma questão de sobrevivência. Essa nova fase de desenvolvimento, ocorrida nas décadas posteriores a 1950, contribuiu para produzir mudanças importantes, não só nas condições internas do processo evolutivo agrícola, como também nas relações entre a agricultura e os demais setores da economia.

Nesse contexto, merecem especial atenção as observações feitas por Guimarães (1982) sobre os fatores determinantes desse processo de integração agrícola. Para ele, a agricultura estava se tornando, em consequência do processo de substituição dos métodos tradicionais pelos métodos industriais de produção, um elemento cada vez mais vinculado a um conjunto produtivo, em relação ao qual aumentava sua dependência.

Na visão de Lauschner (1993), as linhas que seguem esse pensamento têm a finalidade de melhor elucidar o conceito de agricultura e de todo o setor rural, compreendendo a unidade de produção dentro da dinâmica de produção de bens e serviços que sobrepassa a exploração rural e se impõe a ela. Dentro desse quadro geral de mudanças, o enfoque estático da agricultura vem perdendo força e novos conceitos como o de *agribusiness* vêm ganhando significativa importância no cenário econômico mundial.

Observações feitas por Araújo (1993) procuram mostrar que a passagem da “era da agricultura” para a “era do *agribusiness*” foi marcada por profundas relações tecnológicas, comerciais e financeiras da agropecuária com os setores industriais e de serviços. Segundo ele, essa revolução tecnológica nas fazendas – responsável pela virtual transformação da

agricultura em um ramo da indústria – não é, no entanto, um fenômeno geral no país. O Brasil agrícola ainda espelha em sua face grandes diferenciações regionais entre produtores no que tange à organização dos fatores de produção e à integração com os ramos mais dinâmicos e modernos da economia.

Sobre esse assunto, Neves (1995) observa que os problemas relacionados à agricultura são atualmente muito mais complexos que há cinquenta anos. Portanto, eles devem ser estudados a partir de uma visão sistêmica, englobando os setores denominados “antes da porteira”, que são os fornecedores de insumos (máquinas, implementos), “dentro da porteira”, com suas unidades produtivas, e “pós-porteira”, incluindo o armazenamento, beneficiamento, industrialização, embalagem, distribuição, consumo de produtos alimentares, fibras e produtos energéticos provenientes da biomassa.

Pode-se até dizer que o setor agrícola está vivendo hoje uma situação inteiramente nova, baseada na alta tecnologia, informação e muitos meios de organização para propósitos econômicos. A atividade produtiva passou a ser cada vez mais um período determinado de amplo processo social de pesquisa e desenvolvimento, invenção e inovação, planejamento estratégico e marketing. Portanto, a agricultura está deixando de ser, por força da industrialização, um setor isolado da economia de qualquer país, para se tornar parte integrante de um conjunto maior de atividades inter-relacionadas: o *agribusiness*.

Considerações feitas por Megido (1995) chamam a atenção para o fato de que, até bem pouco tempo, essas visões sobre a atualidade evolutiva e o futuro dos negócios – nas economias de mercado – eram associadas, principalmente, às reflexões sobre bens industriais e serviços chamados “consumo urbano”, ou então, ao grupo dos bens de produção. Para o setor produtivo de alimentos e de fibras, pouco ou nada sobrava, quando não o rótulo “arcaico” de setor primário, que esquecia todas as atividades industriais e de serviços envolvidas no processo. Ademais, tirava-o do foco das abordagens e estudos mais atualizados a respeito da nossa era pós-moderna.

Mas a própria realidade encarregou-se (e vem se encarregando) de desmontar esse bloqueio conservador no campo das reflexões sobre o *agribusiness*. Sem dúvida, ele é um conglomerado de atividades que tem e terá grande aspecto multiplicador na economia do planeta. Essa cadeia sistêmica vai a cada momento sendo redesenhada - em suas múltiplas conexões - pela força transformadora volátil da sociedade da informação.

O significado dessas mudanças tem sido objeto de investigação por parte de diversos autores e pesquisadores nos últimos anos. Na visão de Prahalad (1998), as mudanças drásticas que o mundo empresarial vem sofrendo demandam uma nova maneira de se fazer as coisas. Pressupostos que eram válidos há vinte, trinta anos, hoje não são mais. No início dos anos 80, buscava-se analisar estrategicamente um setor de atividades. A pergunta era: como devo me posicionar dentro da estrutura do meu setor?

Hoje, o processo de estratégia tem que ser totalmente diferente. Não se trata de entender o “setor” como ele é, mas de entender como criar novas atividades, novos empreendimentos e novos negócios. Nesse sentido, deve-se pensar em termos de sistemas que irão competir no mercado, e não mais em indústrias ou empresas individuais. Nesse ambiente competitivo, vão se defrontar sistemas produtivos de vários países que irão disputar o consumidor de diferentes formas.

Sobre esse assunto, Viola (1985) observa que os desafios da globalização, além das características econômicas e ambientais, associam-se a muitas outras questões: a diminuição dos limites entre o nacional e o internacional; a passagem do internacional para o transnacional; as relações macrossociais que deixam de ser nacionais e passam a ser planetárias; a inserção e a concorrência em mercados globalizados; o desenvolvimento da telemática, da biotecnologia, da microeletrônica e da engenharia genética. Tudo isso vem contribuindo para a expansão e disseminação do conhecimento.

Diante dessa era de mudanças e descontinuidade, é necessário que a agricultura adapte-se rapidamente a esse mundo em transformações, definindo fronteiras, remodelando

processos, buscando novos padrões de oportunidades e de interação entre clientes, empresas, tecnologias e mercados.

A preocupação com a coordenação das cadeias de produção agroindustriais (*filières*) passa a ser um dos desafios mais importantes para os tomadores de decisões que atuam no agronegócio. Assim sendo, essas cadeias aparecem como um instrumento valioso, tendo em vista que a descoberta de novas tecnologias poderá necessariamente modificar a natureza dos produtos e, em consequência, a estrutura dos mercados.

Existem na literatura várias metodologias para tratar dos chamados negócios agroindustriais. Duas delas têm se destacado no debate internacional: a dos sistemas agroindustriais (CSA – Commodity System Approach) e a de “*filières*”, traduzida para o português como “cadeias agroindustriais”, de origem francesa.

O conceito de CSA foi citado pela primeira vez em publicação técnica, em 1957, pelos professores John Davis e Ray Goldberg no trabalho intitulado “*A Concept of Agribusiness*”, objetivando recuperar o termo *agricultura* utilizado até então. O enfoque ao *agribusiness* passou a ser definido como a soma total das operações de produção, de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, no armazenamento, no processamento e distribuição de produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles.

Referindo-se a essa questão, Goldberg (1968) redefine o conceito de *agribusiness* acrescentando: “*um CSA engloba todos os atores envolvidos com a produção, processamento e distribuição de um produto. Tal sistema inclui o mercado de insumos agrícolas, a produção agrícola, operações de estocagem, processamento, atacado e varejo demarcando um fluxo que vai desde os insumos até o consumidor final. O conceito engloba todas as instituições que afetam a coordenação dos estágios sucessivos do fluxo de produtos, tais como as instituições governamentais, mercados futuros e associações de comércio*”.

Abordagens feitas por Zylbersztajn et al. (1993) mostram que, na literatura pioneira de Goldberg, traduz-se a influência de W. Leontieff, preocupado com a análise da matriz insumo-produto. Muito da contribuição dessa metodologia quantitativa foi utilizado nos estudos dos complexos agroindustriais, com a grande vantagem de se permitir avaliar impactos de políticas ou de novas tecnologias, não de forma localizada, mas explorando as ligações com setores a montante e a jusante da ocorrência do impacto. O que menos se discute são as limitações dessa abordagem, dentre as quais são mencionadas apenas duas:

- a) Em primeiro lugar, a fotografia que a matriz insumo-produto permite revelar da economia é uma visão estática que perde todas as possibilidades de substituição entre os fatores de produção e que, na matriz de Leontieff, são dados como coeficientes técnicos, assumindo implicitamente que a elasticidade de substituição entre tais fatores é igual a zero.
- b) A segunda limitação importante, em especial para os países em desenvolvimento, é a disponibilidade e a qualidade das informações. De que adianta utilizar a metodologia da matriz insumo-produto, com uma base de dados de qualidade duvidosa e defasada em uma década? Ou seja, estão sendo tomadas decisões com base em uma realidade que já não existe. Isso é muito grave em especial, quando se sabe que o perfil tecnológico da agropecuária brasileira mudou consideravelmente na última década.

Entende-se que conceitos ainda não plenamente desenvolvidos em termos operacionais, menos preocupados com a quantificação e mais voltados para outros aspectos explicativos dos negócios agroindustriais, podem ser de maior utilidade e realismo para os tomadores de decisões públicas ou privadas. Sobre esse assunto, Leite (1996) observa que decisões públicas e privadas não podem mais se basear em estudos setoriais estáticos. A construção de matrizes insumo-produto resultou até então em esforços voltados para entender a dinâmica em que se processam as relações setoriais da economia. Portanto, a

defasagem temporal e a rigidez dessas matrizes, aliadas ao seu custo e nível de agregação, são exemplos da inadequação desse instrumento como suporte para a tomada de decisão.

A visão de cadeia agroindustrial, tal como proposta por Malassis (1979), e trabalhada por diversos autores com variantes diversas, passa a ser o foco central dos estudos que se desenvolvem com maior capacidade de prover respostas às indagações sobre os assuntos relacionados ao *agribusiness*.

O enfoque nas cadeias analisa a dependência dentro do sistema como resultado da estrutura de mercado ou de forças externas. Como um conceito novo, a análise de *filière* baseia-se fortemente no paradigma básico da organização industrial, sendo, entretanto, utilizada em diferentes níveis de agregação e levanta um aspecto a ser discutido, qual seja o da coordenação entre os agentes do sistema.

A descrição proposta por Morvan (1985) reflete a semelhança do conceito de *filière* e CSA; ambos focalizam a seqüência de transformações do produto, têm forte característica descritiva e consideram muito relevante o papel da variável tecnológica.

Embora surgidas em épocas e lugares diferentes, as metodologias de análise oriundas do enfoque proposto por Goldberg e por vários economistas industriais franceses guardam semelhanças. Elas realizam cortes verticais no sistema econômico a partir de determinado produto final (caso mais comum da escola francesa), ou a partir de uma matéria-prima de base, para então estudar a lógica do seu funcionamento (Batalha, 1997).

Considerações feitas por Farina et al. (1994) mostram que, apesar das diferenças nas origens dos conceitos de *agribusiness* e *filière*, ambos compartilham vários elementos. Por exemplo, eles consideram vital o sistema vertical de produção, tornando menos importante a distinção tradicional entre os setores agrícola, industrial e de serviços. Os conceitos partem então da análise centrada no sistema produtivo de um produto específico.

De maneira geral, a literatura que trata da problemática agroindustrial no Brasil tem feito grande confusão entre os seguintes conceitos: sistema agroindustrial, complexo agroindustrial, cadeia de produção agroindustrial e *agribusiness*. Essas expressões, embora afetadas ao mesmo problema, representam espaços de análises diferentes e se prestam a diferentes objetivos. Nesse sentido, Batalha (1997) procura mostrar o significado de cada uma delas, conforme explicitação a seguir:

- a) O sistema agroindustrial (SAI) corresponde a um conjunto de atividades que concorrem para a produção de produtos agroindustriais, desde a produção de insumos até a chegada do produto final ao consumidor. Ele não está associado, portanto, a nenhuma matéria-prima agropecuária ou produto final específico (ver Figura 2). O SAI é formado por vários complexos agroindustriais (complexo soja, complexo leite, complexo sucro-alcooleiro, etc.). Em consequência, são estudados os diferentes processos industriais e comerciais que essa matéria-prima pode sofrer até se transformar em diferentes produtos finais. Nesse caso, a formação de um complexo agroindustrial exige a participação de um conjunto de cadeias de produção, cada uma delas associada a um produto ou a uma família de produtos.
- b) O complexo agroindustrial tem como ponto de partida determinada matéria-prima de base. Desta forma, poder-se-ia, por exemplo, fazer alusão ao complexo sisal, complexo leite, complexo cana-de-açúcar, complexo soja, etc. A arquitetura desse complexo agroindustrial seria ditada pela “explosão” da matéria-prima principal que o originou, segundo os diferentes processos industriais e comerciais que ela pode sofrer até se transformar em diferentes produtos finais. Assim, a formação de um complexo agroindustrial exige a participação de um conjunto de cadeias de produção, cada uma delas associada a um produto ou família de produtos.
- c) Ao contrário do complexo agroindustrial, a cadeia de produção é definida a partir de um determinado produto final. Após essa identificação, devem-se ir encadeando, de jusante a montante, as várias operações comerciais e logísticas, necessárias à sua

produção (por exemplo, dentro do complexo agroindustrial do sisal, duas cadeias poderão ser facilmente estudadas: a da hecogenina e a da nutrição animal). Uma cadeia de produção tem, portanto, seu espaço analítico delimitado pelas várias operações de produção associadas a uma matéria-prima de base. Assim, o ponto inicial de construção do modelo seria essa matéria-prima (sisal, café, soja, leite, etc.).

- d) Pela análise desenvolvida em Harvard, o *agribusiness* é composto de inúmeros sistemas agroindustriais, dos mais diversos produtos de origem vegetal ou animal. Engloba todos os participantes envolvidos na produção, processamento e marketing de um produto específico. Inclui o suprimento das fazendas, as operações de estocagem, processamento, atacado e varejo envolvidos em fluxo desde os insumos até o consumidor final. Envolve ainda instituições que afetam e coordenam estágios sucessivos do fluxo de produtos, tais como governo, associações e mercados futuros.

Com essa magnitude, o *agribusiness* aparece no centro das mudanças do mundo. Estudos realizados pelo Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial – PENSA (1994) têm mostrado que os impactos sobre os agronegócios apontam para a imensa competição por maiores fatias de mercado. É nesse sentido que o estudo das cadeias produtivas constitui passo fundamental com vistas a introduzir elementos para a percepção dinâmica do processo. A coordenação do agronegócio passa a ser entendida a partir de processo que envolve diferentes agentes econômicos inter-relacionados, buscando o atingimento de objetivos comuns.

De maneira geral, o presente capítulo procurou mostrar que, apesar das diferenças de origem e de aporte teórico, os conceitos de CSA e *filières* apresentados têm diversos pontos de tangência e parecem convergir para o mesmo raciocínio mesoanalítico dentro de uma visão sistêmica. Uma revisão da literatura disponível sobre a análise de *filière* requer um rastreamento bibliográfico mais profundo, o que será visto no capítulo 3.

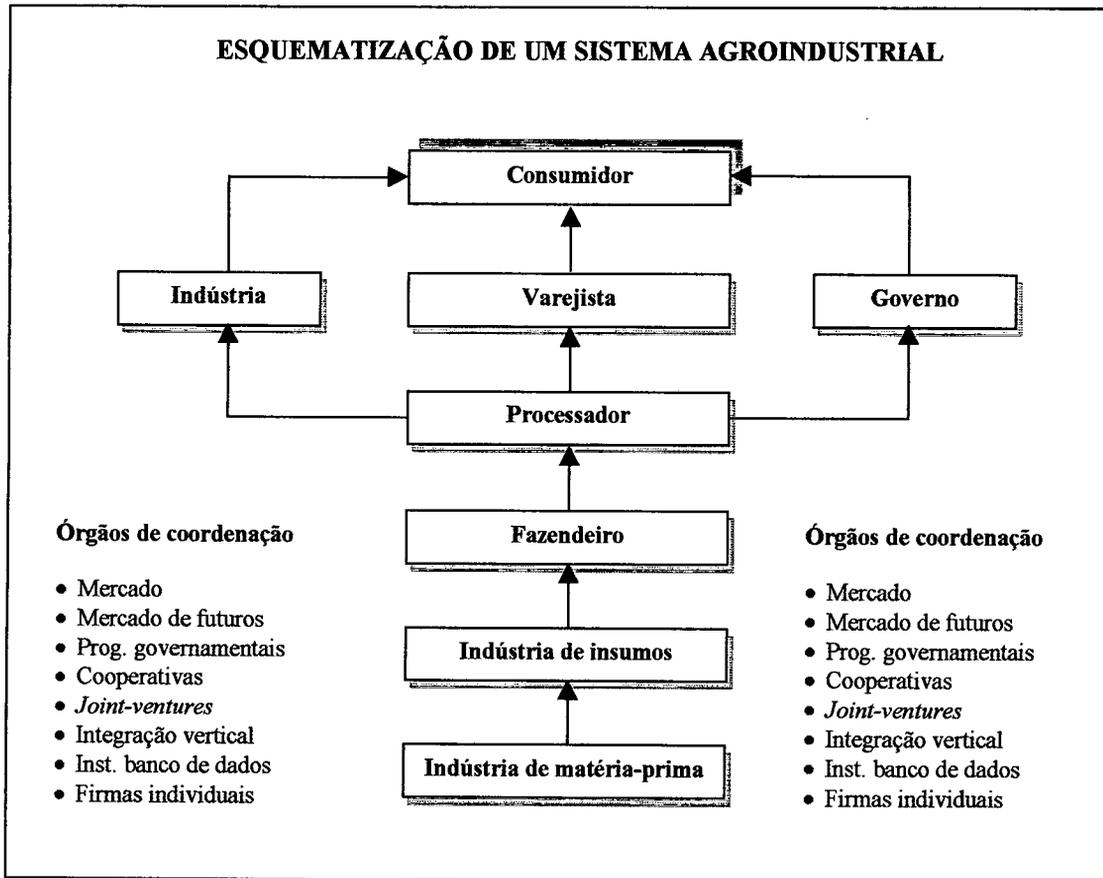


Figura 2: Esquemática de um sistema agroindustrial.

Fonte: Adaptado de Shelman (1991).

2.2. Análise de *filières* ou cadeias de produção agroindustrial

Dentro deste capítulo procuramos mostrar ainda a importância da *filière* como uma ferramenta potencialmente interessante para analisar a estrutura dos sistemas produtivos e as relações que se estabelecem entre os atores do sistema. Através da análise de *filière*, podem-se identificar possíveis variáveis explicativas do comportamento de um setor, bem como as relações entre essas variáveis e seu poder explicativo da realidade.

A nova concepção das *filières*

O estudo das cadeias de produção (*filières*) tem se tornado um instrumento valioso para a análise dos sistemas agroindustriais. Objeto de estudo da economia industrial e da engenharia dos sistemas industriais, as *filières* representam um quadro de reflexão para a gestão estratégica das empresas.

O conceito de *filière* surgiu na década de 30, na França e na Inglaterra, tendo como base fundamental a disciplina Economia Industrial. Em decorrência de sua origem na Ciência Econômica, ela naturalmente se desdobra em duas componentes: uma macroeconômica e outra microeconômica. Na maioria das publicações francesas, o conceito de *filière* é utilizado como instrumento de análise macroeconômica.

Existe na literatura uma multiplicidade de significados acerca do conceito de *filière*. Os enfoques variam geralmente de acordo com a análise feita pelo autor: alguns procuram ressaltar os aspectos tecnológicos; outros enfatizam mais as estruturas mercadológicas e existem ainda os que se detêm mais especificamente nas questões estratégicas.

Os fundamentos econômicos da análise de *filière* estão baseados na famosa trilogia metodológica originada a partir do surgimento, nos Estados Unidos, da disciplina Organização Industrial, e que se constituiu num campo de pesquisa autônomo: estrutura, comportamento e resultados.

O desenvolvimento da disciplina Economia Industrial na França começou bem mais tarde do que em outros países da Europa. Por volta de 1960, já havia um certo número de economistas franceses envolvidos no assunto, porém foi a partir de 1970 que esse número tornou-se realmente expressivo. Pode-se dizer, no entanto, que, com a criação da Associação para o Desenvolvimento de Estudos sobre a Firma e a Indústria (ADEFI) e com a publicação da Revista *Economia Industrial*, a economia francesa passou a ter uma disciplina própria. O enfoque mesoanalítico deu à disciplina uma grande contribuição.

Analisando essa questão, Melese (1990) propôs uma análise do sistema organização/ambiente que explica muito bem a noção mesoanalítica da *filière*. O autor parte da premissa de que toda empresa e toda administração estão inseridas em um dado ambiente e permanecem com ele em interação permanente.

O primeiro economista a adotar a visão sistêmica foi Kornai (1971). Ele coloca em evidência a importância dessa visão dentro da teoria do equilíbrio geral no que tange aos aspectos de controle e de regulação, que são a base da cibernética. Distingue também, dentro dos fenômenos, duas esferas significativas:

- a esfera real da economia, visível através das atividades de produção, de consumo e de troca;

- a esfera de controle, fundada sobre o processo de transmissão e tratamento da informação, bem como sobre o processo de tomada de decisão.

Podem-se citar ainda outros autores como Forrester (1961) e Beer (1975), que analisam o aspecto mesoeconômico das *filières* dentro dessa linha de pensamento, enquanto enfoque sistêmico da economia.

Segundo Morin (1977), o enfoque sistêmico de *filière* não trata de substituir a ordem pela organização, mas de introduzir o princípio sistêmico/organizacional como um princípio explicativo não-reduzível. Para Arena (1983), a mesoanálise é definida como “*análise estrutural e funcional dos subconjuntos e sua interdependência dentro de um conjunto integrado.*” Essa definição é chamada de enfoque sistêmico.

Complementando essa definição, Boyer (1986) afirma que um sistema é definido como um conjunto identificável formado de elementos ou de subelementos em interação. Este se situa dentro de um dado ambiente, desempenha uma função ou exerce uma atividade, é dotado de uma estrutura, evolui com o tempo e tem objetivos definidos.

Considerações feitas por Batalha (1993) mostram que o enfoque mesoanalítico veio se situar entre os dois grandes corpos da teoria econômica: a microeconomia, que se interessa pelas ações econômicas de base, e a macroeconomia, que se interessa pelos grandes agregados econômicos. A insuficiência desses dois enfoques conduziu os economistas franceses a propor um nível intermediário do sistema produtivo: a noção de *filière*, espaço de análise das relações industriais.

O trabalho de Lauret & Perez (1992) reforça essas considerações. De acordo com esses autores, a *filière* é um conceito capaz de contribuir para a explicação das estruturas industriais (característica dinâmica) e de justificar uma análise mesoanalítica eficaz.

Para Montiguad (1991), as *filières* são sucessões de atividades ligadas verticalmente, necessárias à produção de um ou mais produtos correlacionados. Há três abordagens possíveis: a cadeia na sua totalidade, o estudo de suas estruturas e relações dentro das cadeias, e o comportamento estratégico das firmas. A principal vantagem é que o estudo das cadeias é uma delimitação de um campo de investigação que permite ao observador, em função de sua problemática, realizar um trabalho de análise com as ferramentas que lhe pareçam mais apropriadas.

Estudos realizados por Kopittke (1985) enfocam as estratégias e as perspectivas de desenvolvimento industrial para o setor madeireiro no Estado de Santa Catarina. O trabalho analisa os aspectos mais dinâmicos da *filière pinus*, tais como:

- a especialização e a integração das atividades;
- as relações interindustriais;
- as novas tecnologias em vias de desenvolvimento;
- os novos produtos e os novos mercados;
- as adaptações das empresas em face das mudanças dentro do ambiente.

Destacando a importância das cadeias produtivas, Leite (1996) afirma que a realização de estudos de cadeias produtivas constitui-se num passo fundamental para a estruturação de mecanismos capazes de fornecer informações consistentes para a tomada de decisão de agentes públicos e privados. Dessa forma, procura-se romper com as análises essencialmente estáticas características de enfoques setoriais (agricultura, indústria, serviços) e introduzir elementos para uma percepção dinâmica do processo.

Desde os anos 80, a noção de “*filière de produção*” vem sendo discutida amplamente nos círculos acadêmicos. Os estudos relacionados ao conceito de cadeias de produção podem ser encontrados em diferentes vertentes da literatura: Perez (1978), Pecquet e Nalbantoglu (1981), Morvan (1985), Labonne (1985), Floriot (1986), Batalha (1997), entres outros.

De acordo com Batalha (1997), a análise de cadeias de produção (*filières*) é uma das ferramentas privilegiadas da escola francesa de economia industrial. Apesar dos esforços de conceituação empreendidos pelos economistas industriais franceses, a noção de cadeia de produção continua vaga quanto ao seu enunciado. A bibliografia sobre o assunto permite encontrar uma variedade de definições.

Segundo Morvan (1985), a *filière* representa a seqüência de operações que conduz à produção de bens, cuja articulação é amplamente influenciada pelas possibilidades tecnológicas, sendo definida pelas estratégias dos agentes maximizadores de renda. A relação entre os agentes são de interdependência ou de complementariedade, sendo determinadas pelas forças hierárquicas. Em diferentes níveis analíticos, a *filière* é um sistema mais ou menos capaz de assegurar a sua própria transformação. Ele enumerou três séries de elementos que estariam implicitamente ligados a uma visão em termos de cadeia de produção:

- a) a cadeia de produção é uma sucessão de operações de transformação, dissociáveis, capazes de ser separadas e ligadas entre si por um encadeamento técnico;
- b) a cadeia de produção é também um conjunto de relações comerciais e financeiras que estabelecem, entre todos os estados de transformação, um fluxo situado de montante a jusante, entre fornecedores e clientes;
- c) a cadeia de produção é um conjunto de ações econômicas que presidem a valoração dos meios de produção e asseguram a articulação das operações.

Portanto, uma *filière* se encontra segmentada em três macrosssegmentos: comercialização, industrialização e produção de matérias-primas. Os limites dessa divisão não são tão fáceis de ser identificados na prática. O estabelecimento desses segmentos varia em função do produto estudado e do objetivo da análise.

De acordo com Malassis, apud Labonne (1985), o enfoque tradicional de cadeias de produção considera três subsistemas, a saber:

- produção - engloba o estudo da indústria de insumos e produção agropastoril;
- transferência - focaliza a transformação agroindustrial;
- consumo - permite o estudo das forças de mercado (o *agribusiness* tende a enfocar esse último subsistema como a força central que lhe dá forma).

Uma análise detalhada do sistema produtivo resulta em hierarquização em duas grandes categorias de *filières*:

- as *filières* principais – aquelas que possuem um projeto para a pesquisa da satisfação das necessidades humanas permanentes e em evolução;
- as *filières* auxiliares – aquelas que contribuem para a satisfação das necessidades técnicas necessárias ao funcionamento das *filières* principais.

As *filières* auxiliares participam, tanto a jusante como a montante, das *filières* principais para a realização das funções técnicas que permitem explorar e valorizar os recursos naturais em matéria, energia e produtos intermediários, que contribuirão para a elaboração de produtos e para a prestação de serviços necessários à satisfação das necessidades humanas em evolução.

O enfoque cibernético desenvolvido por Weiner et al. (1948) suscita importantes considerações sobre o papel da comunicação (transmissão de informações), como a base da regulamentação e dependência dos sistemas. Segundo esse enfoque, são as transmissões das informações entre os agentes econômicos de uma *filière* industrial que contribuem para a sua edificação, enquanto sistema. Ou seja, são as informações realizadas através dos mercados que asseguram as atividades de uma *filière* com o seu meio ambiente, garantindo uma maior ou menor coerência das *filières*, enquanto sistemas industriais.

Outras contribuições importantes nesse sentido são apresentadas por Shannon (1949), mostrando que a análise de *filière*, enquanto sistema industrial, é indissociável da teoria da informação. Segundo o autor, a “quantidade” de informação é um fator substancial para o funcionamento do sistema.

É a partir de uma estruturação das necessidades identificáveis sobre as grandes funções essenciais à vida dos homens que Monod (1970) introduziu o conceito de *teleonomie*. “Como para os sistemas vivos, é importante considerar que todas as estruturas e performances teleonomiques correspondem a uma certa quantidade de informação que deve ser transferida para que essas estruturas sejam realizadas, e seu desempenho satisfeito”. O autor chama essa quantidade de informação de *informação teleonomique*.

O fluxo de informações constitui, portanto, a base de qualquer *filière*, pois variáveis como preço, qualidade, mudanças no comportamento do mercado etc., são capazes de guiar as ações dos atores no que concerne à concepção, criação, produção ou comercialização dos produtos e serviços a serem ofertados.

Em suas abordagens sobre o assunto, Chevalier e Toledano (1978) definem uma *filière* como um conjunto articulado de atividades econômicas integradas em termos de mercado, tecnologia e capital.

A noção de cadeia de produção tem sido utilizada por diferentes autores, muitos deles inspirados nos trabalhos de Schumpeter (1934) sobre o processo de inovação tecnológica. Segundo o autor, a economia é um sistema dinâmico que modifica o equilíbrio das estruturas industriais sob a pressão da concorrência. A análise em termos de cadeias de produção objetiva justamente a observação das firmas (mesoanálise) dentro de uma ótica sistêmica de ação e reação dos agentes econômicos que as influenciam de maneira direta ou indireta.

A literatura disponível sobre o assunto indica que a variável tecnológica assume um papel importante, tendo em vista que a descoberta de novas tecnologias poderá necessariamente modificar a natureza dos produtos e a estrutura dos mercados.

De acordo com Perez (1983), a definição de *filière* como um conjunto de operações técnicas constitui na concepção mais imediata e conhecida. Esse enfoque consiste em descrever as operações de produção que transformam a matéria-prima em produto final ou semifinal. Dentro dessa lógica, a *filière* se apresenta como uma sucessão linear de operações técnicas de produção.

Nesse sentido, as contribuições apresentadas por Guidat (1984) mostram que os aspectos técnicos e econômicos de uma *filière* são complementares. Ele propõe justamente que se analise uma *filière* em duas dimensões: uma técnica e outra econômica. Dentro dessa ótica técnico-econômica, Parent (1979) também define uma *filière* como “*a soma de todas as operações necessárias para passar de uma ou mais matérias-primas de base a um produto final*”.

Na tentativa de explicar com maiores detalhes os mecanismos do processo de inovação tecnológica, outros autores como Freeman (1982), Nelson et al. (1982), Dosi (1982), Tiralap (1990) e Tournemine (1991), vão além das idéias de Schumpeter (1934) e procuram mostrar que não se devem analisar as cadeias apenas em termos de sistemas técnicos (ou seja, ligações entre operações técnicas, segundo uma rede hierarquizada que evolui progressivamente ao longo do tempo), mas que também se contemplem análises complementares oriundas de fatores econômicos e financeiros, fatores socioculturais e políticos, ou ainda fatores legais e jurídicos.

Os estudos de Tournemine (1991) mostram que o processo de inovação é cumulativo. Significa dizer que os diversos canais de retroalimentação são inerentes a todo processo inovador. A seqüência pesquisa-desenvolvimento-industrialização e

comercialização conduz a uma melhoria de conhecimentos científicos e técnicos, bem como da capacidade organizacional e administrativa.

Dentro dessa ótica técnico-econômica, convém citar as contribuições de vários autores, destacando-se Guidat (1984) e Kliemann (1985). Segundo eles, esses dois níveis se complementam, sendo importante analisar, além dos aspectos técnicos, as relações econômicas que se estabelecem entre os agentes formadores da cadeia.

A inovação tecnológica recebe ainda tratamento especial nos trabalhos de Garrouste (1984), Floriot (1986) e Batalha (1993). Eles procuram mostrar a inovação tecnológica, enquanto variável suscetível de dinamizar a concorrência no interior da cadeia.

A relação da firma com seu meio ambiente concorrencial é um pré-requisito essencial para a definição de uma estratégia. Este é justamente um dos pontos fortes da análise de cadeias de produção que busca estudar essas relações, sejam elas tecnológicas ou econômicas.

Nesse sentido, Batalha (1997) afirma que os atores econômicos, dentro de uma cadeia de produção, irão posicionar-se de forma a obter o máximo de margens de lucro de suas atividades, ao mesmo tempo em que tentam apropriar-se das margens dos outros atores presentes. Este jogo representa o principal fundamento da estratégia industrial. Assim, a definição de uma estratégia em face da concorrência tem por objetivo posicionar a firma na melhor situação possível para se defender das forças da concorrência ou transformá-las a seu favor.

Dentro desse raciocínio mesoanalítico, podem-se citar alguns autores como Lorenz & Truel (1981), Porter (1982) e Koulytchizky (1985), que se propuseram explicar o processo de diversificação através de estratégias baseadas no conceito de cadeia de produção.

Observações feitas por Farina et al. (1994) mostram que a concorrência é um processo de disputa por consumidores (intermediários ou finais) que pode desenvolver-se através de vários atributos tais como: preço, qualidade, regularidade de oferta e inovação. As variáveis relevantes de concorrência dependem de características intrínsecas dos produtos ou daquelas que lhes são atribuídas pelos consumidores. Portanto, podem-se identificar diferentes padrões de concorrência convivendo simultaneamente em um mesmo setor.

Por outro lado, o comportamento estratégico vai além da identificação e adoção dos padrões de concorrência em vigor nos mercados relevantes. A ação estratégica se estabelece quando se criam ou se recriam novos padrões de competição, transformando o meio ambiente em que a mesma se estabelece, de modo a lhe ser favorável.

Orientado por esse novo paradigma, Porter (1991) propõe um novo conceito que, diferentemente da visão clássica de vantagens comparativas, avalia a competitividade em função da existência de mercados segmentados, dinamismo tecnológico e uso adequado de economias de escala.

Nas abordagens de Best (1990), a idéia de estratégia pressupõe escolher a forma de concorrência e desenvolver uma organização apropriada para a estratégia competitiva adotada. Ele denomina de “*a nova concorrência*” (*the new competition*) ao paradigma de produção baseado na busca contínua de inovações em produtos e processos. A nova concorrência busca a segmentação do mercado e a diferenciação dos produtos, exigindo flexibilidade organizacional, estruturada no sentido da resolução de problemas e na integração entre as atividades de pensar e fazer.

A noção de *filière* engloba muito mais do que uma nova maneira de analisar o sistema produtivo; trata-se de uma verdadeira reflexão sobre as finalidades dos sistemas produtivos, bem como sobre os objetivos fundamentais e essenciais das necessidades humanas.

Como uma *filière* depende da decisão de muitos atores que a integram, ela não pode ser considerada um sistema acabado. Na sua abordagem sobre o assunto, Floriot (1986) mostra que a *filière*, entendida como um “sistema”, apresenta-se como um objeto a ser trabalhado. Trata-se de uma organização construída do sistema produtivo, a partir de uma confrontação da ordem e da desordem que permite considerar ações estratégicas de reorganização das inter-relações comerciais, industriais, tecnológicas e financeiras.

Considerações feitas por Lesourne (1985) reafirmam o conceito de *filière* como um sistema produtivo a finalizar. Para ele, a “organização” do sistema produtivo em *filières* necessita de uma reflexão preliminar sobre a natureza e o estado de satisfação das necessidades a serem atendidas. A *filière* vista como um sistema a finalizar constitui, portanto, um instrumento capaz de analisar as relações entre empresa e meio ambiente necessárias à elaboração das estratégias industriais.

2.3 Contribuição da análise de *filière* para o gerenciamento estratégico moderno: A metodologia da “*filière ideal*” proposta por Floriot.

A nova concepção das *filières* dentro da Engenharia dos Sistemas Industriais tem permitido uma abordagem macrotécnica com inovações e remodelagens mais coerentes com estruturas econômicas, sociais e humanas mais eficientes do que aquelas dos sistemas industriais atuais. É dentro dessa ótica pluridisciplinar que Floriot (1996) desenvolveu uma metodologia original – a da *filière ideal* – permitindo ampliar o campo por demais restrito da Engenharia Industrial para um campo mais abrangente como o da Engenharia de Sistemas Industriais. A evolução e a dinâmica dos Sistemas Industriais é explicada, portanto, a partir das relações de compatibilidade e incompatibilidade das operações técnicas elementares de produção, ou seja, da sua tecnotectura (arquitetura técnica).

A lógica das transformações permite uma análise estrutural desses elementos de base, mostrando como se realizam as inter-relações tecnicamente possíveis entre suas diversas operações. É a partir de uma abordagem macrotécnica que se poderá melhor

discernir as mutações tecnológicas que produzirão efeitos potenciais sobre a cadeia produtiva inteira. Podemos apresentar, de forma sucinta, a metodologia da filière ideal proposta pelo autor.

“A filière ideal é fundamentada sobre uma tentativa de idealização. Ela vira as costas para as metodologias convencionais, que são baseadas em pesquisas de melhorias sucessivas, pontuais e não coordenadas. Substitui a abordagem microeconômica dada pela inovação racional, por uma abordagem microscópica que leva em conta a arquitetura técnica completa de uma cadeia”.

Para construir a metodologia da filière ideal, o autor procurou analisar quatro diferentes conceitos: o ideal teórico, o ideal tecnológico, o ideal econômico e o ideal realizável. A seguir apresentaremos cada um deles e sua importância para as cadeias de produção de um modo geral.

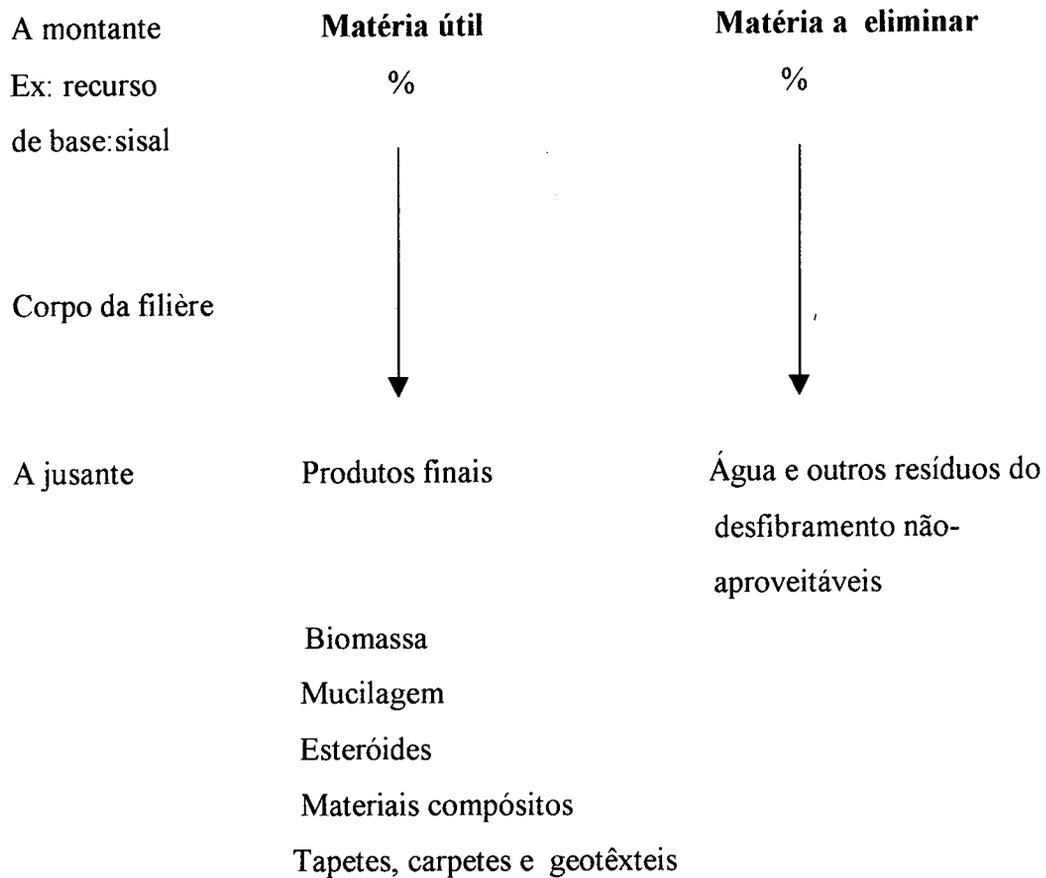
A metodologia da filière ideal

Primeira etapa: Determinar a função técnico- econômico da filière ideal teórico

O conceito de ideal teórico é o ponto de partida para que se possa analisar qualquer filière, independentemente das limitações científicas, tecnológicas, econômicas, organizacionais ou humanas que possam existir. É a partir desse primeiro nível de análise que se inicia toda pesquisa necessária ao progresso dos sistemas interativos.

Utilizando a metodologia da filière ideal para o caso do sisal poderíamos dizer que o ponto inicial de construção da filière ideal teórica seria identificar a matéria-prima útil do sisal necessária a elaboração dos produtos finais. Vejamos o exemplo a seguir:

Evolução da composição material



Segunda etapa: Passagem do ideal teórico para o ideal tecnológico.

O ideal tecnológico refere-se ao campo de possibilidades tecnológicas. Integra o conceito tecnológico e o “saber fazer” conhecidos como sendo realizáveis. Esse nível de conhecimento tecnológico pode ser desconhecido pelos agentes do sistema estudado, mas conhecido por suas aplicações dentro de outros domínios industriais (transferência de conhecimentos e de tecnologias intersetoriais).

Portanto, a passagem do ideal teórico ao ideal tecnológico deve responder à questão : É tecnologicamente realizável dentro do estado atual de conhecimentos científicos e do saber fazer disponíveis?

No caso da agroindústria sisaleira, é possível verificar que esse setor produtivo se depara com sérias dificuldades, devido à falta de uso de tecnologias mais modernas e adequadas nas áreas de plantio, corte/colheita e desfibramento. O plantio vem sendo executado de forma empírica e de acordo com a percepção de cada produtor. Já na execução do corte/colheita, não são observadas técnicas que possibilitem maior produtividade e padrão de qualidade a partir da preservação da própria planta. O desfibramento ainda é executado com máquinas de tecnologia rudimentares, de baixa produtividade e de alto risco para os operadores.

Pesquisas realizadas nos bancos de dados e também através da internet, mostraram não só o nível tecnológico existente em outros países, como também o nível de aproveitamento das fibras naturais como sisal, juta, algodão, rami, entre outras , na composição de inúmeros produtos alternativos . Trata-se de novos materiais altamente versáteis que estão ganhando atualmente uma nova dimensão de mercado.

Terceira etapa : Passagem do ideal tecnológico para o ideal econômico.

Dentro desse nível de análise, procura-se determinar as possibilidades econômicas aceitáveis pelo sistema do cliente situado na extremidade da filière principal estudada. Os métodos de análise de valor são empregados para o conjunto de filières analisadas, tomando-se o conjunto dos custos diretos de cada uma das operações elementares. O ideal econômico se fará portanto a partir dessa avaliação de custos entre a situação ideal, que permitirá apreciar se os esforços requeridos pelos agentes socioeconômicos da filière atual são aceitáveis ou não.

A inexistência de alguns elementos tornou-se fator limitante para que o trabalho pudesse alcançar resultados econômicos mais abrangentes para cada filière individualmente. Sabe-se no entanto, que a atividade sisaleira tem uma grande importância para as famílias que vivem na região do semi-árido. Nessas áreas, praticamente inexistem opções fitotécnicas tendo somente o sisal como elemento básico de produção e distribuição

de renda. Acredita-se que a criação de diferentes mecanismos serão capazes de aumentar a receita dessas populações carentes. O investimento em novas pesquisas deverá impulsioná-las em termos de inovação e desenvolvimento de novos produtos, contribuindo para elevar o nível de vida das pessoas.

Os resultados apresentados neste trabalho podem contribuir significativamente para repensar e aperfeiçoar o processo de mudança do setor, quanto ao nível de utilização das práticas atuais. Dentro dessa etapa, deverá ser dada uma ordem de importância às economias que poderão ser realizadas se a *filière ideal econômica* for substituída pela *filière atual*.

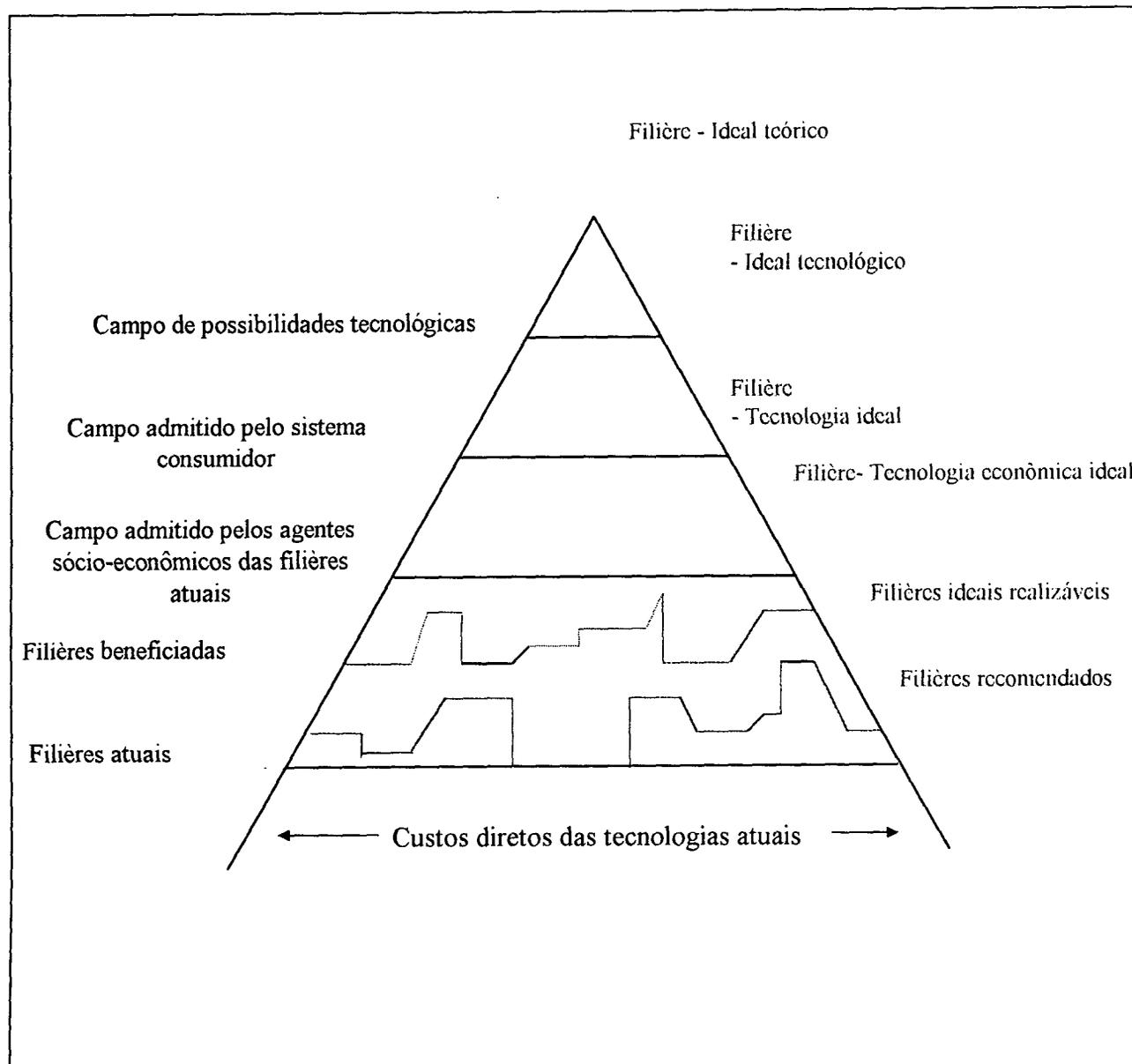
Quarta etapa: Passagem do ideal econômico para o ideal realizável

O conceito de ideal realizável procura analisar a seguinte questão: É economicamente viável a longo prazo e socialmente aceitável pelo conjunto dos participantes socioeconômicos envolvidos na *filière atual*?

Nessa etapa serão analisados os diferentes agentes envolvidos nos vários níveis da *filière atual* como as instituições de pesquisa, os produtores de insumos (máquinas e implementos agrícolas etc.) os agricultores (em geral pequenos agricultores) as cooperativas, enfim, todos aqueles que participam do processo de produção, industrialização e comercialização do produto.

Dentro dessa concepção teórica, Floriot aponta o ideal realizável apoiado num “guia lógico-técnico”, que servirá de base para a elaboração da lógica-técnica recomendada. Esse guia deverá levar em conta, além da dinâmica industrial internacional, a dinâmica social do país ou da região em que se situa o objeto de estudo e outros aspectos importantes de natureza mercadológica. A figura a seguir ilustra muito bem a metodologia da *filière ideal* proposta pelo autor

ESQUEMATIZAÇÃO DA FILIÈRE IDEAL



CAPÍTULO 3: REFLEXÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL

O presente capítulo procura mostrar que a percepção dos problemas ambientais modificou-se consideravelmente nas últimas décadas. Muitos países estão começando a entender que o desafio da mudança deverá se pautar necessariamente na compreensão de um novo discurso ecológico. É dentro dessa visão totalizante e holística que se deve analisar o processo evolutivo da agricultura.

As economias e as empresas sustentáveis do futuro não poderão se basear no crescimento de matérias-primas não-renováveis e tampouco gerar emissões poluentes e resíduos prejudiciais. É preciso transformar os sistemas agrícolas em oportunidades de negócios ambientalmente corretas.

A questão agrícola e o meio ambiente

Durante muitos anos, as questões ambientais se apresentaram como um problema de caráter setorial, não se constituindo, portanto, num fator impeditivo ao processo de desenvolvimento. Dessa maneira, na medida em que os recursos da natureza não eram ameaçados, a economia era pensada dentro de seus próprios limites, independentemente de suas relações com o meio ambiente.

A partir da segunda metade do século XX, as tecnologias deram saltos gigantescos, sem que a nossa capacidade social pudesse acompanhar essa evolução. Segundo Eufrásio (1991), hoje assistimos ao surgimento de uma sociedade radicalmente distinta das precedentes, que poderia muito bem ser batizada como a Era da Racionalização ou Tecnológica. Enquanto no passado grandes regiões permaneciam isoladas em relação às mudanças ocorridas, em outras, a sociedade tecnológica proporcionou uma inter-relação nunca antes verificada que, infelizmente, salvo raras exceções, veio acentuar o agravamento dos problemas ambientais, muito além de suas proporções normais.

O desenvolvimento acelerado tem provocado desequilíbrios e graves agressões ao meio ambiente, traduzindo-se numa constante ameaça a todos os povos do planeta. A importância assumida pela questão ambiental no contexto dos problemas mundiais demonstra a complexidade crescente das relações entre o meio ambiente e a sociedade.

A cada dia, a natureza torna-se vítima de milhares de catástrofes provocadas pela ação irracional do comportamento humano. O consumo excessivo de recursos, associado à satisfação das diversas necessidades, tem contribuído para tornar mais frágil o equilíbrio ecológico. A degradação e utilização predatória dos recursos ambientais têm provocado consequências graves e, às vezes, irreversíveis.

Sobre esse assunto, Macedo (1994) observa que o homem sabe que precisa de uma quantidade incalculável de recursos ambientais para alimentar o gigante científico - tecnológico que criou. Ademais, já tem consciência de que, em curto espaço de tempo, não haverá a diversidade e a quantidade de recursos necessários para continuar a manter esse insaciável indivíduo.

De alguns anos para cá, a percepção do mundo com relação aos problemas ambientais modificou-se consideravelmente, de modo que as questões críticas relativas a “desenvolvimento e meio ambiente” começaram então a ser reexaminadas. Muitos países começaram a entender que o desafio da mudança deverá se pautar necessariamente na

compreensão de um novo discurso ecológico que não rotule o desenvolvimento como uma ameaça à preservação ambiental, mas que postule a sua necessidade como uma condição para a superação dos problemas mais urgentes.

A transposição para um “novo modelo” exige, portanto, estratégias bem definidas e compatíveis com a realidade atual. Combater conscientemente o desequilíbrio do meio ambiente deve ser uma estratégia global. É preciso que os projetos de desenvolvimento compatibilizem os interesses ecológicos com o intuito de possibilitar o reequilíbrio perfeito da natureza.

É dentro dessa visão responsável que devem ser discutidos os projetos de desenvolvimento. Isso implica dizer que a produção, o uso e a disposição de bens e serviços devem ser gerenciados corretamente, e também que os modelos de planejamento e gestão possam definir prioridades para o trato dos problemas ambientais e o atendimento das demandas sociais.

Citando Eufrásio (1991), convém observar que, lamentavelmente, os programas desenvolvimentistas no Brasil, centrados apenas no crescimento econômico, permitiram a configuração desse país de contrastes, delineando um quadro ambiental deplorável que vem sendo retratado diariamente nas manchetes da imprensa nacional e internacional.

A gravidade e a extensão do problema no Terceiro Mundo e, em particular, no Brasil atestam distorções sociais sem precedentes. O declínio ambiental, agravado pela globalização da economia, despoja a sociedade de seus fundamentos ecológicos. Isso faz com que milhões de pessoas sejam impedidas de suprir suas necessidades básicas, pois, à medida que os ecossistemas se degradam, perdem sua diversidade e seus recursos genéticos. O uso excessivo ou o mau uso dos recursos têm sérias implicações na qualidade de vida.

O agravamento da crise que hoje permeia os países do Terceiro Mundo não está apenas associado ao esgotamento progressivo da base de recursos naturais ou à redução da capacidade de recuperação dos ecossistemas. Representa antes de mais nada uma “crise política” que está diretamente relacionada com os sistemas de poder e com os processos de decisões governamentais.

Em resumo, pode-se dizer que o modelo até hoje adotado pelos países menos desenvolvidos fracassou ao não produzir as mudanças qualitativas e estruturais necessárias. Por esse motivo, ele tem sido apontado como um modelo ecologicamente predatório, socialmente perverso e politicamente injusto. É, portanto, preciso mudar essa concepção de desenvolvimento atual que só tem contribuído para aprofundar a pobreza e a miséria no mundo, para então começar a lutar pela construção de um novo modelo, voltado para a promoção de um desenvolvimento socioeconômico mais equilibrado.

Segundo Bifani (1980), existe a necessidade de se precisar o conceito de desenvolvimento frente a outros conceitos que pertencem a corpos teóricos diversos. Assim, desenvolvimento e riqueza são conceitos similares para alguns. Para outros, desenvolvimento equivale a riqueza e industrialização; outros identificam o processo de desenvolvimento com o crescimento. Cada um desses conceitos tem suas raízes em interpretações econômicas elaboradas em determinados momentos históricos, para responder a problemáticas específicas e próprias da conjuntura, e reflete ainda mais a ideologia dos que teorizam uma situação dada com vistas a justificar a ação política.

Diante do agravamento e globalização dos problemas enfrentados pela humanidade, a noção de “esgotamento” dos modelos que até então têm sido adotados parece ser a alternativa política mais coerente com a força do apelo de mudança. Considerá-los uma opção real a ser refutada condiciona outras correntes de opinião a buscarem concepções mais satisfatórias de desenvolvimento. A proposta de “desenvolvimento sustentável” e a procura de caminhos para convertê-la em realidade representam hoje a questão mais polêmica sobre o assunto.

Ao se analisar a questão da sustentabilidade, observa-se uma grande confusão teórica acerca do seu conceito. Para alguns autores, o conceito de desenvolvimento sustentável representa uma palavra de ordem, uma proposta de uma nova sociedade mais justa e igualmente distribuída. Para outros, o conceito, tal como vem ganhando corpo, é uma soma de mecanismos de ajustes em prol de um capitalismo soft. A questão do desenvolvimento sustentável, a ser conseguido através de uma nova ordem econômica internacional, é algo dúbio, vago e, portanto, se presta a inúmeras polêmicas (Herculano, 1992).

Outros autores defendem, ainda, que o conceito de “sociedades sustentáveis” parece ser mais amplo e mais adequado que o de “desenvolvimento sustentável”. Para Chambers (1986), os problemas envolvendo o meio ambiente e o desenvolvimento são meios e não fins em si mesmos de melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Dentro da mesma linha de pensamento, Robinson (1990) analisa a sociedade sustentável do ponto de vista ético e normativo, mostrando que a sustentabilidade deve ser vista como um processo que envolve certas características ambientais, sociais e políticas necessárias à existência de um ambiente desejável.

A falta de consenso conceitual tem permitido várias denominações e definições para a expressão “desenvolvimento sustentável”. O que se costuma afirmar, no entanto, é que esse conceito é muito abrangente e que tudo nele parece caber.

A integração da questão ecológica no conceito de desenvolvimento sustentável confronta as ciências sociais com uma série de desafios. Segundo Habermas (1987), a fase atual em que vivemos caracteriza-se como uma fase de incertezas onde se discute a questão de novos paradigmas para a ciência.

Nessa fase de incertezas, é preciso haver uma comunicação aberta, de modo que todos os elementos possam contribuir para a humanização das relações socioeconômicas

da sociedade global. Sendo assim, o autor acrescenta que, para entender-se essa proposta de desenvolvimento alternativo que está sendo colocada, é necessário que se examinem esses múltiplos processos de desestruturação que caracterizam não somente a fase atual, mas toda a fase histórica a partir da Revolução Industrial.

Para se lidar com fenômenos econômicos, a partir de uma perspectiva ecológica, é preciso que se estabeleça uma nova dimensão que transcenda a concepção cartesiana. Os economistas terão necessariamente que rever, de modo drástico, seus conceitos básicos. Muitos críticos têm previsto o fim da economia como ciência, tendo em vista que a estrutura do pensamento econômico atual, tão profundamente enraizada no paradigma cartesiano, representa um modelo obsoleto. A nova teoria, ou conjunto de modelos, envolverá muito provavelmente uma abordagem sistêmica que integrará a biologia, a psicologia, a filosofia política e muitos outros ramos do conhecimento humano, em conjunto com a economia, formando uma vasta estrutura ecológica.

A questão da visão interdisciplinar ilustra perfeitamente as proposições de Morin (1991). O que interessa é o fenômeno multidimensional e não a disciplina que recorta uma dimensão do fenômeno. Tudo o que é humano é às vezes, físico, sociológico, econômico, histórico, demográfico. Importa, portanto, que seus aspectos não sejam separados, mas concorram para uma visão “poliocular”.

Não são poucos os pesquisadores que indicam ser preciso uma nova maneira de conceber o meio ambiente como um objeto científico, que vá do particular ao geral, do simples ao complexo, do disciplinar ao interdisciplinar.

Segundo Teixeira (1995), seria nessa direção que se poderia conceber a constituição de um “paradigma científico” em torno das questões que envolvem o meio ambiente. Fundamentado a partir de uma *demarché* sistêmica, o possível novo paradigma em torno da questão do meio ambiente evidenciaria uma articulação das diferentes percepções

disciplinares em termos de seus respectivos sistemas (sistema econômico, ecossistema, sistema técnico de produção, hidrossistema, sistema social e assim por diante).

As questões relacionadas ao conceito de desenvolvimento sustentável são por demais polêmicas, originando inúmeras posturas ambivalentes. É difícil estabelecer um único conceito como ideal ou verdadeiro. No entanto, pode-se afirmar que existem características comuns que atualmente se tornaram aceitáveis e também desejáveis quando se quer traduzir as necessidades do ser humano na busca da maximização do bem-estar individual e coletivo.

Observa-se, muitas vezes, que os termos sustentabilidade ecológica, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade têm sido usados com o mesmo sentido, embora tenham significados distintos. Por isso, eles correm o risco de se tornarem um chavão que todos usam e ninguém se preocupa em definir.

O conceito de desenvolvimento sustentável necessita de cuidado na sua utilização. O debate sobre sustentabilidade, que se iniciou na ecologia (ou nas ciências biológicas) e vem extravasando para a economia, é bastante produtivo, pois coloca a nu a necessidade imperiosa de um novo paradigma socioeconômico ou um novo estilo de desenvolvimento.

As considerações apresentadas por Robertson (1979) enfatizam que o paradigma dominante atualmente está sendo substituído pelo paradigma ecológico. Este é um metaparadigma que integra várias ciências e que emerge a partir da ecologia. Ele aparece para resolver certas questões ambientais que têm origem nas ciências biológicas e sociais, e questiona as possibilidades, as potencialidades chamadas ilimitadas da tecnologia para resolver os problemas de disponibilidade de matérias-primas que asseguram o crescimento.

Os problemas ecológicos do mundo, a exemplo de todos os outros grandes problemas do nosso tempo, não podem ser entendidos isoladamente. Eles são problemas

sistêmicos - interligados e interdependentes. Assim, sua compreensão e solução requerem um novo tipo de pensamento sistêmico.

Nas palavras de Capra (1995), esta descrição de abordagem sistêmica enfatiza mais as relações do que as entidades isoladas. O pensamento sistêmico é pensamento de processo, a forma torna-se associada ao processo; a inter-relação, à interação e os opostos são unificados através da oscilação.

O enfoque sistêmico é também abordado por Constanza et al. (1991), dentro da sua definição de economia ecológica. Para os autores, a economia ecológica pode ser definida como um campo transdisciplinar que estabelece relações entre os ecossistemas e o sistema econômico. Seu objetivo é agregar os estudos de ecologia e de economia, buscando extrapolar suas concepções convencionais, procurando tratar a questão ambiental de forma sistêmica e harmoniosa, buscando a formulação de novos paradigmas. A economia ecológica é, portanto, dinâmica, sistêmica e evolucionista. Seu foco principal é a relação do homem com a natureza e a compatibilidade entre crescimento demográfico e disponibilidades de recursos.

A esse respeito, Bruseke (1996) observa que a teoria do desenvolvimento sustentável integra explicitamente três dimensões do seu objeto de estudo: a dimensão econômica, a dimensão biofísica e a dimensão sociopolítica. Desta maneira, a nova teoria do desenvolvimento afasta, de antemão, uma visão unidisciplinar, propondo uma interpretação totalizante, sintética ou, para se empregar uma expressão freqüentemente usada, holística da sociedade em movimento.

A abordagem holística estará, portanto, em harmonia com muitas concepções tradicionais e, além disso, será compatível com as modernas teorias científicas. É necessário que essas novas contribuições venham ampliar a humanização das relações socioeconômicas da sociedade global, incorporando à teoria do desenvolvimento sustentável propostas renovadas para o mundo atual.

A idéia de um crescimento mais limpo e equitativo continua sendo o problema mais difícil de ser resolvido dentro do desenvolvimento econômico sustentável. Os países que se preocupam com a conservação e preservação ambiental utilizam seus recursos de forma racional e sustentável, minimizam seus resíduos e os descartam de forma segura, são na realidade aqueles que têm uma nova visão de futuro e, portanto, vêem no desenvolvimento sustentável uma boa oportunidade de crescimento.

Todas as sociedades precisam de um alicerce de informação e conhecimento, de uma estrutura de leis e instituições e de políticas econômicas e sociais sólidas para que possam progredir de forma racional. Políticas que equilibrem os modos humanos de vida devem ser complementadas por tecnologias que melhorem essa capacidade, por meio de cuidadoso controle.

Isso nos leva a compreender que o setor agroindustrial terá que adotar um posicionamento mais adequado aos novos tempos, propiciando condições para uma utilização mais reflexiva e prudente sobre os recursos a serem utilizados. É dentro desse novo enfoque que as propostas voltadas para o setor agroindustrial assumem um papel importante. A base para essa transformação é o reconhecimento de que os problemas agroindustriais, como todos os outros problemas de nosso tempo, não podem ser entendidos isoladamente como um conjunto de partes dissociadas. São problemas sistêmicos - interligados e interdependentes. É essa conscientização que proporcionará a base da mudança para padrões de consumo sustentáveis.

Na visão de Miner (1998), há fortes razões para se entender que existirão necessariamente ajustes agrícolas. Tanto ou mais do que os outros setores da economia mundial, a agricultura vem recebendo as pressões dos ajustes da economia globalizada. Isso é compreensível, pois muitas das suas estruturas políticas foram criadas para uma outra época. Não só a organização interna, mas também as políticas precisam ser harmonizadas com a operação dos mercados mais abertos e integrados, observando-se

também que as regras do comércio e as condições de acesso devem ser progressivamente aperfeiçoadas.

O surgimento de uma nova era de crescimento econômico deverá necessariamente estar apoiado em políticas que mantenham e expandam a base dos recursos naturais. Para sair do círculo vicioso da pobreza e da destruição do meio ambiente, é necessário dar início a um processo de “desenvolvimento qualitativo”. Sobre esse conceito, Daly (1991) afirma: *“Esse desenvolvimento comporta um crescimento material, baseado sobre a utilização mais racional das energias e dos recursos naturais, sua reciclagem, e a redução dos resíduos e dos poluentes, já que admite a produtividade do capital da natureza, principalmente através da utilização mais eficiente do produto”*.

Dentro do conceito moderno de gestão ambiental, muita coisa tem sido reformulada nos últimos anos. Hoje, a sociedade tem preocupações ecológicas que estão muito mais ligadas a questões de segurança, de qualidade dos produtos, de aproveitamento dos desperdícios, etc., que em outras épocas, quando essas questões praticamente inexistiam.

Esse novo conceito de responsabilidade social tem mostrado que as atividades produtivas deverão estar diretamente relacionadas com a qualidade de vida da população, buscando a adoção de tecnologias mais limpas e um melhor aproveitamento dos recursos existentes. A base de recursos constitui a fonte principal de matéria e energia para os processos econômicos.

Muitas dessas tecnologias alternativas já estão sendo desenvolvidas. Tendem a operar em pequena escala e ser sensíveis às condições locais, além de planejadas para aumentar a auto-suficiência. São freqüentemente chamadas de tecnologias brandas, porque seu impacto sobre o meio ambiente é substancialmente reduzido pelo uso de recursos renováveis e por uma constante reciclagem de materiais.

Dada a crescente importância universal de alguns parâmetros tecnológicos ambientais e mesmo de mercado, pode-se dizer que, nos anos recentes, alguns segmentos agroindustriais têm procurado utilizar tecnologias cada vez mais compatíveis com a preservação ambiental.

Verifica-se, portanto, a necessidade de se adotar medidas que venham redinamizar as condições da agroindústria do sisal na Paraíba. Entende-se que somente a partir de uma visão profunda a respeito de todo o sistema econômico, e também de certos condicionamentos externos, é possível ter-se mais clareza em relação às orientações a serem tomadas. A atividade sisaleira poderá contribuir significativamente para a consolidação desses esforços dentro de um contexto de economia de mercado, buscando novos tipos de vantagens competitivas, mais consistentes com o desenvolvimento sustentável.

CAPÍTULO 4: CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A AGAVE

Este capítulo procura mostrar a importância que a agave ocupa na estrutura da economia agrícola mundial, tecendo considerações sobre a origem e evolução histórica de suas diferentes espécies.

Apresenta também a introdução e o desenvolvimento dessa planta no Nordeste do Brasil, ressaltando a sua posição de destaque para o setor industrial dos Estados da Paraíba e Bahia. São feitas ainda breves considerações sobre algumas espécies exploradas comercialmente no México, país de origem desse vegetal.

4.1. Origem e evolução

A palavra agave tem sua origem na expressão grega “*agaus*”, que quer dizer magnífico. Pela sua beleza e rusticidade, a agave também é muito utilizada como planta ornamental. O seu principal emprego, porém, reside no aproveitamento integral das fibras estruturais contidas nas suas folhas, de ampla utilização na indústria de cordoalha.

A agave é uma planta originária do continente norte-americano e das Ilhas Caraíbas. Suas propriedades são conhecidas desde as épocas mais remotas pelos primitivos habitantes do México, que não só se utilizavam de suas preciosas fibras para fabricação de diversos utensílios como tapetes, redes, cordas, etc., mas também, e principalmente, como

fonte natural de alimentos. Dada a sua facilidade de aclimação, a agave foi levada do México para outras partes do mundo, passando a ser comercialmente cultivada.

Até a Primeira Guerra Mundial, o México monopolizava o mercado dessas fibras. A quebra do monopólio ocorreu quando o Dr. Henry Perrine, na década de 1830, exportou para a Flórida os primeiros bulbilhos da agave sisalana. Da Flórida, eles foram levados mais tarde para a África Oriental e também para o Brasil.

Daí em diante, muitos países se dedicaram à exploração comercial de algumas espécies de agave têxteis para a produção de fibras. De todas as variedades cultivadas, as que mais se destacaram comercialmente foram a *agave sisalana Perrine*, popularmente conhecida como “sisal” e a *agave Fourcroydes Lamaire*, conhecida como henequém.

A agave é uma planta herbácea, quase acaulecente. Tem folhas grandes, que variam de 1,2 a 2,0m de comprimento, dispostas em espiral, em geral carnosas, duras, de coloração verde-lustrosa, convexas e canaliculadas na parte superior, apresentando ápice pungente, margem irregularmente acauleada e pendão floral de aproximadamente 6 a 9 metros de altura por 15cm de diâmetro. Suas folhas fornecem fibras têxteis de boa qualidade, muito utilizadas nas indústrias de cordoalha em geral.

O gênero pertence à família *agavaceae* e abrange um grupo de quase trezentas espécies vegetais que ocupam posição de destaque entre as plantas nativas características das regiões semi-desérticas.

A utilização da agave como fonte de líquido mitigante e alimento remota a uma distante antiguidade. Segundo estudos arqueológicos realizados no Vale do Tehuacan, no México, ficou comprovado que diversas espécies de agave serviram como fornecedoras da maior produção de matéria-prima necessária aos seus primitivos habitantes. Os primeiros indícios de cultivo dessa espécie datam, aproximadamente, de 6500 - 5000 a.C.

O material disponível para o estudo não permitiu identificar as espécies usadas naquela época, além das seguintes variedades: *agave cf. Karwinski Zucc*, *agave Kerchovei Lam* e *agave cf. Giesbrechtu Koch*.

Tanto as folhas como as flores de algumas espécies de agave, bem como as bases dos rebentos de outras, eram alimentos consumidos crus, cozidos ou assados pelos antigos habitantes do México.

A extração de seiva para a fabricação de bebidas alcoólicas também era uma técnica bastante antiga entre esses povos. Ainda hoje as bebidas fermentadas da seiva da agave (tequila, pulque e outras) são muito apreciadas no México, e também exportadas para muitos países.

Apesar de ser conhecida desde os tempos mais remotos e utilizada pelos indígenas para diversos fins, somente nos últimos sessenta anos é que essa planta veio ter uma certa importância econômica dentro do grupo das fibras vegetais e especialmente dentro do subgrupo das fibras duras.

De todas as espécies cultivadas no mundo, apenas a *agave sisalana Perrine* e a *agave Fourcroydes Lamaire* se destacam comercialmente para a produção de fibras. A primeira, conhecida vulgarmente como agave ou sisal, é quase a única espécie cultivada no Brasil, e a mais produzida no mundo. A segunda, conhecida como agave brava, sisal branco, cabinho ou henequém, tem como maior produtor o México. Suas fibras são tecnologicamente mais fracas que as do sisal e normalmente são usadas para a fabricação de *binder twine* (fios de enfeixar).

O gênero *agave* é dividido de acordo com as características de escapo floral em dois subgêneros:

- **Subgênero *littaea* (tagliabue) baker** – *geminiflora e engelm* – *aplagave terraciano*. Caracteriza-se pelo escapo floral especiforme, com flores agrupadas em fascículos de 2 - 8 na axila da brácteas ao longo do pendúnculo florífero.
- **Subgênero *euagave* baker** – *paniculate engelm* ou *cladagave, paniculiflorae terraciano*. Caracteriza-se pelo escapo floral paniculado com ramificação em forma de candelabro.

A agave é uma planta tropical por natureza. Todas as regiões produtoras de suas várias espécies estão localizadas dentro das zonas tropicais e subtropicais, ou melhor, todas as plantações comerciais se situam entre os Trópicos do Câncer e Capricórnio (23°10' de latitude norte ou sul). As regiões onde a temperatura permanece elevada durante a maior parte do ano (20 a 25°C) se revelam ideais para um bom desenvolvimento e produtividade da cultura da agave.

4.2. Introdução da planta no Nordeste

O Brasil é o maior produtor mundial de sisal, tendo como seus principais representantes os Estados da Bahia e Paraíba, hoje os dois maiores produtores dessa cultura no Nordeste. Por sua adaptabilidade climática, o sisal ajustou-se perfeitamente a essa região, onde predomina o clima semi-árido. É um componente importantíssimo na economia agrícola do Estado da Paraíba, por tratar-se de produto de exportação, gerador de divisas. Destaca-se, também, pela capacidade de geração de empregos, por meio de uma cadeia de serviços que abrange desde os trabalhos de manutenção das lavouras (baseados na mão-de-obra familiar), extração e processamento da fibra para o beneficiamento, até as atividades de industrialização de diversos produtos, bem como seu uso para fins artesanais.

Os primeiros bulbilhos da agave sisalana foram introduzidos na Bahia, em 1903, por Horácio Uripia Júnior nos municípios de Madre de Deus e Maragogipe, trazidos provavelmente da Flórida, através de uma firma americana. No entanto, as primeiras plantações só começaram a aparecer por volta de 1930/31 e apenas em 1939 é que, no governo de Landolfo Alves, foram intensificadas as culturas por meio de campos de experimentação e produção de mudas.

Em 1940, por iniciativa do engenheiro agrônomo Joaquim Rocha Medeiros, então Secretário da Agricultura daquele Estado, foram criados dois campos experimentais para a cultura do sisal, um situado no município de Feira de Santana e o outro no município de Nova Soure. Este último tinha uma plantação de 2.000 pés e era dotado de uma usina de beneficiamento, equipada com a primeira máquina desfibradeira tipo mexicana, denominada “Irene”.

Esses campos forneceram, durante alguns anos, mudas para as novas plantações que surgiram na Bahia e em Sergipe. Lamentavelmente, quando as plantações já alcançavam a casa dos 2 milhões de pés, com uma meta de 12 milhões em Nova Soure, a orientação política mudou e os trabalhos não prosseguiram seu curso normal, abandonando-se o campo quase por completo. Com isso, perderam não só os plantadores de sisal, como a própria economia do Estado.

Na Bahia, os municípios produtores de sisal mais importantes são: Cuité, Queimadas, Santa Luz, São Domingos, Valente, Piemonte da Chapada, Diamantina, Jacobina, Urolândia e Várzea Nova. São praticamente 39 municípios, cuja atividade envolve aproximadamente 800 mil pessoas. Portanto, o sisal, em determinadas regiões semi-áridas de baixas aptidões, tem se tornado muito mais importante do ponto de vista social do que econômico.

Implantada e desenvolvida no Nordeste, segundo a emergência de lucros fáceis e compensadores, essa cultura chegou a ser considerada um destaque na pauta de

exportações durante muitos anos. No período de 1943 até 1976, o Estado da Paraíba era o maior produtor e exportador de sisal, perdendo essa liderança posteriormente para a Bahia.

Para que se tenha uma idéia da dimensão econômica que o sisal representava, principalmente nessa época, não só para a Paraíba, mas principalmente para o Nordeste, dados oficiais revelam que, em 1957, a região contava com 177 municípios produtores, assim distribuídos: 44 na Paraíba; 38 do Rio Grande do Norte; 34 em Pernambuco; 32 na Bahia; 14 em Alagoas; 8 no Ceará e 7 em Sergipe.

Atualmente, a Bahia e a Paraíba respondem com 97,8% da produção (sendo 86,7% para a Bahia e 11,1% para a Paraíba), ficando os 2,2% restantes distribuídos entre os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco. Das 135 mil toneladas produzidas em 1997, 113 mil foram exportadas, sendo 26% de fibras e 74% de manufaturados, gerando divisas na ordem de 102 milhões de dólares.

As primeiras mudas de sisal introduzidas na Paraíba foram trazidas da Bahia pelo engenheiro J.Viana Júnior, quando diretor do campo de demonstração do município paraibano de Cruz do Espírito Santo. Essa cultura foi inicialmente plantada na região do Brejo, passando em seguida para a Caatinga Litorânea e depois para os Cariris. Mas foi somente por volta de 1939/40 que o interesse por essa planta se generalizou, passando da Paraíba e Bahia para outros Estados do Nordeste.

Após a Segunda Guerra Mundial, em função do incremento da demanda decorrente das necessidades geradas pelo conflito, bem como da intensificação da atividade agrícola na América do Norte e dos novos mercados da Europa, o sisal consolidou-se como um dos principais produtos de exportação, assumindo uma importância econômica significativa no país.

Por volta de 1952, o surto rápido da cultura de sisal no Nordeste fez com que muitos produtores desprezassem as culturas consorciadas de gêneros alimentícios, a ponto

de transformarem algumas regiões em áreas especificamente de monoculturas. Este fato, ao invés de ser demonstrativo do espírito de progresso reinante entre os produtores e de sua determinação em intensificar a cultura, mostrou, ao contrário, até onde ia o espírito especulativo daqueles que, ocasionalmente, experimentavam uma substancial melhoria.

Em 1965, em virtude da penetração no mercado mundial das fibras sintéticas, através de produtos sucedâneos, com preços bem mais competitivos, o mercado produtor da fibra do sisal sofreu violento abalo devido à queda brusca da demanda e de preços. Estes foram fatores determinantes na mudança do quadro de produção interna da atividade agavieira no Nordeste.

No início da década de 70, verificou-se uma elevação de preços da fibra do sisal no mercado externo, o que levou a uma ampliação de algumas áreas produtivas. Essa situação perdurou durante toda a década, fortalecida, ainda, pela implantação no país de várias indústrias de manufaturados de sisal, detentoras de tecnologias mais modernas e competitivas.

A partir da década de 80, a situação começou a se inverter, provocando um quadro de incertezas e de insegurança no setor de produção do sisal e dos seus manufaturados. O preço das fibras teve uma queda acentuada, ocasionando novamente uma mudança no comportamento da economia sisaleira.

Por conta da queda de demanda das fibras duras naturais, que perdiam mercado em função das fibras sintéticas, a economia sisaleira do Nordeste entrou em crise, exigindo dos órgãos e setores por ela responsáveis soluções originais e agressivas. Essas medidas eram urgentes por ser a atividade principal absorvedora de grande contingente de mão-de-bra no setor primário e secundário e, sobretudo, por ser uma das poucas alternativas econômicas para as microrregiões do semi-árido.

Fazendo-se um retrocesso histórico para examinar-se o comportamento dessa cultura no Nordeste, desde a sua introdução até os dias atuais, chega-se à conclusão de que, mesmo atravessando os seus períodos áureos de produção e exportação, ela nunca recebeu estímulos adequados que pudessem dinamizá-la em bases verdadeiramente econômicas.

Pode-se dizer que os problemas enfrentados hoje pela Bahia são quase os mesmos enfrentados pelo Estado da Paraíba e podem ser estendidos também a todos os municípios nordestinos que ainda plantam sisal. São eles: falta de orientação técnica no plantio e na colheita, falta de uma tecnologia de desfibramento mais moderna e adequada, falta de incentivos ao setor, entre outros.

4.3. Considerações sobre a cultura da agave no México

Segundo Sanchez (1993), das 310 espécies existentes no continente americano, 272 encontram-se no México, que por isso mesmo é considerado o país de origem desse vegetal. Sua utilização remonta aos tempos pré-hispânicos. Dada a sua diversidade de usos, é considerada uma planta de destacada importância econômica para o país. Segundo pesquisas realizadas, é possível constatar-se que as diversas espécies de agave no México encontram-se assim distribuídas em todas as regiões do país: o agave pulquero no Vale do México, o mezcalero nos Vales Centrais de Oaxaca, o tequilero, em Tequila, no Estado de Jalisco. Existem ainda os tipos de agave destinados à produção de bacanora, em Sonora, os fibrosos na Península de Yucatán, os fibroso-forrageiros na altiplanicie árida mexicana e os fibroso-pulquero-forrageiros no Vale do Mezquital, no Estado de Hidalgo.

Dentre as utilidades das várias espécies cultivadas ou nativas, destaca-se o fabrico de bebidas, evidenciando-se como mais famosas a tequila e o pulque, ao lado de muitas outras como o aguamiel, suco doce, jarabe, mel, vinagre, aguardente, mezcales, atoles, etc. O pulque é provavelmente a mais antiga delas, pois existem registros de que há 300 anos a.C. já representava importante papel social por se atribuírem a essa bebida forças

espirituais associadas a um grande número de deuses mitológicos, e que por isso mesmo era bastante consumida nos rituais religiosos.

É comum o uso de algumas espécies de agave na alimentação humana. Depois de arrancadas e retiradas todas as folhas, o bulbo ou pina, como é conhecido, é cozido em fornos apropriados e, em seguida, cortados em pedaços que tanto podem ser consumidos de imediato como guardados para usos futuros. Lima (1975).

Em regiões que apresentam maiores dificuldades de subsistência, existem também muitas outras formas mediante as quais a agave é incluída na culinária mexicana. A utilização da planta na alimentação animal também constitui-se num importante recurso das regiões desérticas; além da palma, as folhas de maguey (*agave spp*) são amplamente utilizadas.

Dentre todas as espécies de agave atualmente plantadas no México, quatro delas são consideradas mais importantes, do ponto de vista econômico. São elas:

a) Henequém

O henequém (*agave Fourcroydes em.*) é a espécie que mais se aproxima da agave sisalana predominante no Brasil. É cultivada em sua quase totalidade na Península do Yucatán e abrange 62 municípios polarizados pela capital Mérida, com uma superfície de 14.000 km². A região possui clima semi-árido, semelhante ao do Nordeste brasileiro.

Apesar do bom rendimento em fibras por hectare, o henequém possui fibras mais grossas que a agave sisalana, menos flexíveis e com menor resistência à ruptura. No que diz respeito aos aspectos agrônômicos, os estudos realizados no México indicam que as melhores produções de folhas e de fibras foram obtidas a partir da densidade média de 3.150 plantas por hectare.

A cultura do henequém no México também está atravessando uma crise muito forte, provocada pela reduzida procura de fibras no mercado internacional. Os preços praticados no mercado têm feito com que muitos produtores abandonem seus campos, o que tem provocado uma acentuada redução da área.

Durante a conferência nacional sobre o henequém, realizada em 1992, no México, concluiu-se que a redução acentuada do consumo de fibras no mercado internacional deveu-se, em grande parte, a mudanças de hábito de alguns pecuaristas europeus e americanos que, ao invés dos tradicionais fardos de feno, estariam preferindo armazenar silagem, dispensando, desta maneira, os conhecidos *baller twines*. Outras informações mostraram também que a indústria petroquímica continuava investindo pesadamente na busca de tecnologias voltadas para tornar as fibras sintéticas mais biodegradáveis.

Verifica-se, portanto, uma situação semelhante à do Brasil, ou seja, mercado restrito, preços baixos, produtores desestimulados e, em consequência, sisalais sendo abandonados e até mesmo erradicados.

O impacto socioeconômico provocado pela crise do henequém na Península do Yucatán não é tão forte como o que ocorre no Nordeste brasileiro. Isso porque a região produtora mexicana possui clima e solo melhores que os nossos, o que possibilita uma maior diversificação de culturas. Dessa forma, o henequém entra apenas como um componente do sistema de produção da região, diferentemente do que ocorre aqui, onde as opções de cultivo são bem mais escassas.

O sistema *ejidal* de posse da terra prevalecente em Yucatán ficou durante muito tempo sob o controle estatal. Eram propriedades comunitárias organizadas a partir de terras públicas e imóveis particulares que foram desapropriados para tal fim. As famílias assentadas produziam sob a orientação do governo e eram financiadas pelo Banco Ejidal.

Esse sistema *ejidal* atingiu seu auge por volta de 1964, com a criação da CORDEMEX, que passou a se responsabilizar pela industrialização e comercialização das fibras de henequém e similares no mercado externo.

A partir de 1992, com a privatização da CORDEMEX, esse sistema de produção começou a se desarticular. As propriedades foram divididas em pequenas glebas, sendo algumas máquinas desfibradoras transferidas para os pequenos parceiros, que eram pequenos produtores selecionados entre os antigos ejidários. Estes passaram a atuar fora do controle governamental.

Dentro dessa nova realidade governamental, foi concebido um novo programa, voltado para o desenvolvimento da zona henequenera de Yucatán. O programa, denominado de PRODEZOH, contemplava a execução de projetos produtivos de bem-estar social e de infra-estrutura, enfatizando a diversificação da produção, no sentido de buscar outras alternativas de cultivo.

Assim, o henequém passou a ser um integrante do já diversificado sistema de exploração do qual fazem parte os hortifrutigranjeiros, com destaque para a citricultura, além de uma planta muito promissora denominada sábila (*aloe barbadensis*), originária da África do Sul e de cujas folhas pode-se obter uma grande variedade de produtos destinados à indústria farmacêutica.

b) Agave tequilera

A produção de agave destinada à fabricação de tequila está concentrada no Estado de Jalisco, mais precisamente nos vales de Tequila e de Atotonilco. Existe na região produtora uma área superior a 100 mil hectares plantada com muitas variedades, em solos com pluviosidade em torno de 1000 milímetros anuais e altitudes de aproximadamente 2.000 metros. As variedades existentes nessa região são as seguintes: *agave longisepala tod.*, *agave pesmulae trel.*, *agave pseudotequilana trel.*, *agave subtilis trel.* e *agave*

tequilana weber. De todas elas, a agave tequilana é a variedade mais explorada comercialmente, porque possui características que permitem obter uma tequila de melhor qualidade.

O ciclo produtivo dessa espécie é bastante longo, chegando ao estado de maturação entre 6 a 7 anos nos vales de Tequila e 7 a 9 anos nos vales de Atotonilco. A variedade tequilana é também conhecida como “agave azul”, dada a sua coloração verde-azulada. Possui folhas em torno de 1,25 m de comprimento e 8 a 10 cm de largura, e suas fibras não possuem nenhum valor comercial. Quando a planta atinge a fase de colheita, é totalmente arrancada do solo e todas as suas folhas são retiradas, ficando apenas o bulbo ou *piña*, como é mais conhecido, que é a parte usada para a fabricação de tequila.

Possui uma densidade média em torno de 2.360 ha, quando plantada em consórcio ou pastagens, e 4.5000 ha quando plantada isoladamente, atingindo em algumas áreas o rendimento médio de 5.50 *piñas* por ha. O peso de uma *piña* é de aproximadamente 40 kg e seu valor comercial é de US\$ 3.50, o que justifica a sua exploração em termos econômicos.

Depois de pesada, a *piña* é analisada em função do maior teor de açúcar que possui. Em seguida é cozida e moída, de cujo suco, após fermentado e bidestilado, obtém-se a tequila na proporção de 7 kg de *piña* para um litro de tequila.

c) Maguey manso (*agave atrovirens kawr*)

O maguey é uma variedade que também se destina à produção de bebidas alcoólicas. Essa espécie possui um porte bastante avantajado, quando comparada às outras espécies. Suas folhas podem atingir 3 a 4 metros de comprimento e apresentam aspectos por demais carnosos, demonstrando possuir uma grande quantidade de mucilagem e pouca fibra. Sua utilização principal é a fabricação do pulque, uma bebida muito apreciada no

México. No entanto, essa espécie também possui uma grande diversidade de usos medicinais. As folhas possuem um sabor adocicado e de grande palatabilidade, constituindo-se num considerável recurso forrageiro. O maguey adapta-se bem em todos os tipos de solos e em climas e regiões de precipitações diferentes. No entanto, apresenta a desvantagem de ter um crescimento muito lento, que leva cerca de 10 anos, do plantio até a maturação.

d) Lechuguilla

Uma das mais importantes dessas espécies vegetais é a lechuguilla, cujo aproveitamento principal é a extração da fibra, também conhecida como *ixtle*, que tradicionalmente é feita de forma artesanal desde o ano de 1741. Para que possam ser desfibradas manualmente, as folhas são colocadas de molho na água. Por possuírem elevado conteúdo de saponinas, o resíduo é utilizado no fabrico de sabão para uso doméstico.

É, na verdade, um extraordinário recurso natural, que da forma como é utilizado e na abundância em que ocorre, dificilmente se esgotará. Quando a demanda de mão-de-obra se reduz muito nas regiões secas do país, os trabalhadores recorrem a *lechuguilla*, explorando-a exclusivamente de forma extrativista, o que lhes propicia uma renda mínima para que possam sobreviver.

Pode-se dizer que as espécies de agave de Yucatán são parte do patrimônio natural e cultural, e que tanto o henequém como outras espécies são potencialmente fontes de riqueza para seus habitantes.

Informações coletadas durante muitos anos sobre a biologia e aproveitamento da agave na Península de Yucatán revelaram uma grande perda gradual de germoplasma desse importante grupo de plantas. Essa perda tem se dado de duas maneiras: A primeira se refere à redução gradual de hábitat das populações silvestres de algumas espécies devido a

transformações tão intensas que tem sofrido a paisagem peninsular durante os últimos anos. Este é o caso de *F. cahum*, *M. maculata*, *B. plialibis* y *D. americana*. Essas espécies, por seus hábitos e características morfológicas, podem ser uma fonte importante para a extração de produtos naturais como sapogeninas esteroidais e fibras, que talvez nunca se possa ter oportunidade de avaliar. A segunda refere-se às espécies ainda cultivadas, como o henequém, cuja produção tem diminuído significativamente (Orellana, 1985).

A zona henequenera tem sido de grande importância na economia e na vida social de Yucatán. Porém, as crises ocorridas nos últimos anos têm repercutido significativamente na sociedade yucateca. Sua exploração econômica tem se concentrado em um reduzido número de espécies, principalmente produtoras de licores e fibras duras, que têm gerado até hoje baixo retorno econômico para algumas regiões.

CAPÍTULO 5: SISTEMA AGROINDUSTRIAL DO SISAL NA PARAÍBA

Este capítulo enfoca três segmentos que foram estudados dentro de características próprias, conduzindo a particularidades metodológicas para cada uma das dimensões do trabalho. Na primeira parte, são apresentados os principais aspectos relacionados à produção agrícola, ou seja, dados econômicos e agrônômicos de maneira geral. Na segunda parte, são analisadas todas as fases do beneficiamento e discutidos os principais aspectos tecnológicos da produção. O terceiro e último segmento apresenta, em linhas gerais, os principais usos do produto e os problemas enfrentados na sua comercialização, destacando-se as transformações por que passa o mercado consumidor de fibras.

5.1. Dimensão da produção agrícola

Segundo dados da APROSICS (1997), a produção de sisal na Paraíba está concentrada nas seguintes microrregiões: Curimataú (84%) Cariris Velhos (0,4%), Serra do Teixeira (0,5%), Brejo (0,3%) e Piemonte da Borborema (0,4%).

As estatísticas oficiais indicam que a área cultivada com o sisal, quase inteiramente localizada no interior da Bahia (78%) e Paraíba (20%), vem decrescendo nos últimos anos, a ponto de alguns municípios e mesmo outros estados terem deixado de cultivá-lo (ver Quadro 1).

QUADRO 1: Área colhida, produção e produtividade na lavoura do sisal no Nordeste - 1975 a 1995

QUINQUÊNIOS	ÁREA COLHIDA 1.000 há	PRODUÇÃO 1.000 t	PRODUTIVIDADE (kg/ha)
1975/76 - 1979/80	286,02	211,27	738,70
1980/81 - 1984/85	323,48	237,41	733,90
1985/86 - 1989/90	282,31	204,68	725,00
1990/91 - 1994/95	211,71	161,86	764,50

FONTE: APROSICS (1997).

O sisal tem um importante papel na economia nordestina, por tratar-se de um produto de exportação, gerando divisas da ordem de 80 milhões de dólares/ano. Sua importância reside também na capacidade de geração de empregos, por meio de sua cadeia de serviços, desde os trabalhos de manutenção das lavouras (baseada na mão-de-obra familiar), a extração e processamento da fibra para beneficiamento, até as atividades de industrialização e/ou manufatura de diversos produtos e artesanatos. A situação atual da cultura sisaleira na Paraíba é realmente muito grave. Dados estatísticos oficiais revelam que, no período 1986 a 1994, houve uma redução acentuada de 60,47 % da área plantada. De acordo com esses dados, em 1986, a Paraíba possuía 94.610 hectares de sisal e em 1994 havia apenas 54.466 ha, diminuindo 37.144 ha de área plantada. Desse total, 25.258 ha encontram-se abandonados por falta de recursos de custeio para a manutenção da lavoura. Conclui-se que, nesses dois últimos anos agrícolas, os trabalhos são desenvolvidos em 11.886 ha.

No que tange ao rendimento por hectare, todos os municípios estão num padrão abaixo daquele que poderia apresentar o nosso Estado, pois a média hoje está em torno de 600 a 800 kg/ha, quando deveria estar em um patamar bastante superior. Pode-se afirmar ainda que, nos sisalais mais antigos, esse rendimento tem chegado a 400 kg/ha, o que mostra o total desinteresse pela cultura em alguns municípios (ver Quadro 2).

QUADRO 2: Produção agrícola municipal: Paraíba – 1995

Mesorregiões microrregiões e municípios	Área destinada a colheita (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (T)	Rendimento médio Kg/ha
Sertão paraibano	1465	1465	1465	1000
Patos	5	5	5	1000
Mãe-D'Água	5	5	5	1000
Serra do Teixeira	1 460	1460	1460	1000
Água Branca	10			1000
Desterro	1000	1000	1000	1000
Imaculada	350	350	350	1000
Teixeira	100	100	100	1000
Borborema	10. 073	9.973	5.056	508
Seridó oriental paraibano	9.870	9.770	5.914	505
Cubati	500	500	250	500
Juazeirinho	10	10	8	800
Nova Palmeira	60	60	36	500
Pedra Lavrada	300	300	180	600
Picuí	8.400	8.400	5.040	600
Seridó	600	500	400	800
Cariri ocidental				
Monteiro	100	100	100	1.000
Prata	100	100	50	500
Sumé	3	3	2	566
Agreste paraibano	22.455	22.331	15.922	712
Curimataú ocidental	21.500	21.500	15.115	711
Barra de Sta.Rosa	7.000	7.000	5.600	800
Cuité	7.000	7.000	5.600	800
Nova Floresta	1.000	1.000	700	700
Olivedos	1.200	1.200	480	400
Pocinhos	3.000	3.000	1.500	500
Remígio	2.000	2.000	1.200	600
Soledade	50	50	35	700
Curimataú oriental	806	806	644	799
Cacimba de Dentro	3	3	2	666
Dona Inês	3	3	2	666
Solânea	800	800	640	800
Esperança	150	150	90	600
Brejo paraibano	5	5	4	800
Bananeiras	5	5	4	800
Guarabira	4	4	3	750
Duas Estradas	3	3	2	666
Serra da Raiz	1	1	1	1000
Campina Grande	240	115	66	568
Campina Grande	160	36	26	722
Fagundes	80	80	40	500
TOTAL	33.993	33.769	23.453	694

FONTE: IDEME, Anuário Estatístico(1995).

Dados oficiais do Ministério da Agricultura (1970) revelam que, na microrregião do Curimataú e nas áreas de maior concentração dessa cultura, esse rendimento já foi da ordem de 1.500 kg/ha. Isso mostra que os nossos sisalais, de maneira geral, já foram muito mais produtivos, mesmo em áreas onde a precipitação pluviométrica e/ou mesmo os solos não eram exatamente os mais indicados.

Os campos de sisal, dependendo dos tratamentos culturais, podem atingir um rendimento de até 2.500 kg/ha. Isso pode ser confirmado através da estação experimental da EMBRAPA, no Município de Monteiro-PB, onde existem muitas áreas plantadas que apresentam esse rendimento.

A cultura do sisal, apesar de todos esses problemas, ainda tem uma grande importância socioeconômica para o Estado da Paraíba, por tratar-se de uma atividade que ocupa um grande número de pessoas, principalmente nas regiões do Curimataú e Seridó.

Segundo dados oficiais, em 1995, existia na Paraíba um contingente de 150.000 trabalhadores dependentes dessa atividade agrícola. Além do contingente de mão-de-obra ocupado diretamente na atividade sisaleira, registrava-se um grande número de outras pessoas dependentes dessa cultura ainda no setor primário, bem como nos setores secundário e terciário. Estão incluídos nessa categoria os proprietários minifundiários, os proprietários sitiantes, os fazendeiros que a exploram, os fazendeiros administradores e os demais agentes de produção que estão nos outros setores da economia (beneficiadores, industriais e exportadores).

O sisal constitui-se, dessa forma, numa fonte de renda e de emprego para enormes contingentes de trabalhadores, exatamente durante o período seco no qual a mão-de-obra local encontra-se ociosa. Trata-se de uma cultura que se adapta às condições da pequena exploração com predomínio do trabalho familiar, sendo, portanto, uma condição importante para a fixação do homem no campo.

A baixa produtividade apresentada pelos nossos sisalais está associada diretamente aos sistemas de produção rudimentares que vêm sendo utilizados durante muitos anos. Observa-se ainda uma grande quantidade de campos muito velhos, praticamente abandonados e cheios de filhotes.

Nesse estágio, as plantas já estão florando, pois, quando o sisal entra em floração, é porque a planta está morrendo. Logicamente as conseqüências são violentas, tendo em vista que, a partir do décimo ano, as suas folhas começam a diminuir de tamanho e a sua produtividade começa a cair consideravelmente. Acontece que, em determinados municípios do Estado, existem hoje plantações com mais de vinte anos. Esse fato tem resultado numa acentuada redução da área plantada, redução da produtividade, fibras de inferior qualidade e empobrecimento dos produtores.

Um problema grave que a cultura vem enfrentando praticamente desde o início de sua exploração diz respeito ao sistema de plantio, que sempre foi feito sem uma preocupação maior com a proteção do solo. Outro fator que tem contribuído sensivelmente para o declínio da nossa economia sisaleira refere-se aos preços praticados tanto no mercado interno quanto no mercado externo. O preço que está sendo pago pela fibra do sisal no mercado interno seguramente desponta como um dos problemas mais graves.

No quadro a seguir, é apresentada uma planilha onde são verificados os custos necessários para se manter e desfibrar um hectare de sisal, a preços de agosto/ 97. Os dados foram fornecidos pela Associação dos Produtores de Sisal do Curimataú e Seridó Paraibano - APROSICS.

QUADRO 3: Planilha de custos para manter e desfibrar um ha de sisal

ESPECIFICAÇÃO	QUANT.	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
Destoca	10 d/h	5,00	50,00
Corte das folhas	10 d/h	5,00	50,00
Transporte	05 d/h	5,00	25,00
Desfibramento	10 d/h	12,00	120,00
Bagaceiro	10 d/h	5,00	50,00
Fibreiro	05 d/h	5,00	25,00
Óleo diesel	40 litros	0,46	18,40
Óleo lubrificante	2 litros	3,00	6,00
Frete	30 km	0,04	12,00
Depreciação do maquinário	%		29,00
TOTAL			385,40

Fonte: APROSICS (1997).

Observação:

Produtividade média do sisal	800 kg/ha
Custo por kg de fibra bruta de sisal desfibrada	R\$ 0,39/Kg
Preço pago atualmente no mercado	R\$ 0,31/Kg
Defasagem custo/receita	R\$ 0,08/Kg

5.1.1. Informações básicas sobre a cultura

Por sua característica de planta semixerófito, a *agave sisalana Perrine* (sisal) adaptou-se muito bem às regiões semi-áridas do Nordeste do Brasil, onde é quase que exclusivamente cultivada.

O sisal se propaga assexualmente através de filhotes e bulbilhos. Os filhotes ou rebentões, como normalmente são chamados, são mudas que nascem ao lado das plantas-mãe e se ligam a elas através de rizomas. Os bulbilhos são pequenas plantas que se desenvolvem nos pendões florais, após a queda das flores.

Tanto um como outro são absolutamente iguais à planta-mãe. No entanto, o emprego de bulbilhos como material de plantio representa grandes vantagens para o processo de comercialização, pois geralmente eles são plantados do mesmo tamanho, desenvolvem-se mais rapidamente e atingem a idade de corte mais cedo que as plantas originadas dos rebentões.

Deve-se verificar o estado de maturidade da planta-mãe, pois, caso esteja emitindo o pendão floral, devem-se descartar seus filhotes, já que estes terão menor longevidade. Os bulbilhos, após retirados da planta-mãe, são plantados em viveiros, no espaçamento de 20 cm entre as plantas e 50 cm entre as linhas e permanecem ali de 6 a 24 meses, até atingirem a altura de 40 a 50 centímetros, de onde são transplantados para o local definitivo.

O método do enviveiramento faz com que os custos de produção se tornem um pouco mais elevados, porém estes custos são automaticamente compensados pela boa qualidade e uniformidade das fibras apresentadas no mercado. No plantio, a muda deve ser colocada em perfeito alinhamento com a fileira, na posição vertical, mantendo-a em profundidade adequada, de forma a enterrar parcialmente o bulbo, deixando a parte de inserção das folhas do colo fora da terra.

No Brasil, não é comum o uso de viveiros, mesmo nas grandes plantações de sisal. O método adotado é o plantio através de filhotes, transportados diretamente da planta-mãe para o local definitivo. Os filhotes geralmente são plantas que possuem um desenvolvimento fraco, dado o sombreamento das plantas adultas e a invasão do mato no terreno. Possuem ainda tamanhos variados, concorrendo assim para uma produção de fibras desuniformes, comprometendo sensivelmente a qualidade do nosso produto no mercado internacional.

a) Clima e solo

A maior parte das plantações de sisal no Nordeste está concentrada em regiões semi-áridas, de altitude até 600 m e precipitação pluviométrica média anual entre 600 e 1250 mm. As áreas ideais para um bom desenvolvimento da cultura, do ponto de vista climatológico, são aquelas em que a precipitação média anual se concentra entre 1.000 e 1.500 mm, e onde ocorre uma distribuição regular de chuvas durante todo o ano.

O clima é um fator importante e que deve ser levado em consideração para a instalação dos campos de agave, assim como a qualidade dos solos, métodos de cultivos e tratamentos culturais. As plantações de sisal no Nordeste são as mais variadas possíveis em tamanho, topografia, climas, solos, etc. O clima ideal para o desenvolvimento da cultura é o quente, em que a média anual de temperatura esteja entre 20° e 28°C, com grande intensidade de luz e chuvas regulares. A umidade excessiva é prejudicial à cultura, assim como prolongadas estiagens.

O sisal apresenta um sistema radicular abundante e ramificado, estendendo-se horizontalmente no solo por 1,5 a 3,0 m, a uma profundidade de 30 - 40 cm. O caule é curto e grosso, podendo atingir, com o seu desenvolvimento completo 1,8 - 2,0 m. As folhas se inserem no caule em forma de espiral ascendente, formando rosetas. São de coloração verde-glaucosa, brilhantes e desprovidas de espinhos nas bordas.

Os solos mais indicados para a lavoura agavieira são os sílico-argilosos, permeáveis, mais ou menos profundos, ricos em potassa e fósforo. No entanto, dada a sua característica de planta semixerófita, o sisal se adapta bem a solos menos férteis e passa a ter uma enorme importância socioeconômica em alguns municípios do nosso Estado, principalmente naqueles onde a opção por outras culturas comerciais é bastante limitada ou quase impossível.

Em muitas propriedades, é quase impossível a prática de culturas intercaladas, pois o espaço deixado entre as fileiras é tão pequeno que não permite a consorciação. De um modo geral, o sistema de plantio introduzido no Nordeste foi o de fileiras simples, com os seguintes espaçamentos: 2 x 2 m e 1,5 x 2 m, com uma densidade média de 3.350 pés por hectare.

Esse sistema só permite o consórcio durante os dois primeiros anos da lavoura, pois, durante o resto da vida da planta, o espaço necessário às outras culturas desaparece em virtude do crescimento das folhas. No caso do sisal, essa oportunidade nunca deverá ser perdida, visto que intensificar uma lavoura significa ajudá-la em sua melhor adaptação ao meio. O consórcio representa não só uma grande contribuição na quota de alimentos, mas também pode ajudar a baixar os custos da cultura principal.

O consórcio do sisal com outras culturas assegura, dessa forma, a sobrevivência de um grande número de famílias, diminuindo ao mesmo tempo o custo de produção da fibra e devolvendo ao solo as condições necessárias à continuidade da lavoura. No entanto, as distâncias e a densidade de plantas por hectare deverão necessariamente estar fundamentadas nas diferenças ecológicas das diversas zonas produtoras.

Mesmo nos lugares áridos, onde as terras não permitem as culturas intercaladas de plantas alimentícias, como o milho, o feijão, a mandioca etc., devem-se plantar as leguminosas forrageiras ou a palma forrageira que melhor resistam às secas. Dessa forma, é possível propiciar o aumento de carne e leite para determinadas regiões.

Considerando-se os altos custos de produção da cultura, o plantio intercalado com culturas regionais pode ser uma alternativa economicamente viável. O Centro Nacional da Pesquisa do Algodão-CNPA vem realizando estudos sobre a viabilidade produtiva e econômica da cultura da agave sisalana e do sisal híbrido 11648, envolvendo o consórcio com culturas alimentares como o milho e o feijão vigna, e também da agave sisalana com

o capim buffel e a palma forrageira, utilizando diferentes espaçamentos. Os resultados estão apresentados nos Quadros 4 e 5 a seguir.

QUADRO 4: Rendimento médio de feijão e de milho em kg/ha, obtido no consórcio com agave híbrido 11648. Monteiro/PB-1997.

TRATAMENTOS	Rendimento de feijão em kg/ha		Rendimento de milho em kg/ha	
	1995	1996	1995	1996
Sisal isolado (3x 1,5)m	-	-	-	-
Sisal (3 x 1,5) m 2 FF/M	883,4 ab	1321,0 b	2617,0	1707,4
Sisal (4x 1,5) m 3FF/M	995,8 a	1610,8 a	2925,0	2155,6
Sisal (4 x 1,5 x 1,5)m 3 FF/M	787,5 ab	1155,4 c	2385,0	1672,0
Sisal (5x 1, 5x 1,5, 5)m 4 FF/M	745,4 b	1283,8 bc	2345,0	1807,8
MG	852,1	1342,7	2568,0	1835,0
CV (%)	13,9	6,1	34	30,3
F	4,49*	27,99*	0,45 ns	0,78 ns

FONTE: EMBRAPA-CNPA (1997).

Obs.: As médias com a mesma letra para cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

QUADRO 5: Rendimento médio de feijão e de milho em kg/ha, obtido no consórcio com agave sisalana. Monteiro/PB-1997.

TRATAMENTOS	Rendimento de feijão em kg/ha		Rendimento de milho em kg/ha	
	1996	1997	1995	1996
Sisal isolado (3x 1,5)m	-	-	-	-
Feijão isolado(1 x 0,5)m 6F	736,3	-	1311,3	-
Sisal (3x 1,5) m 2FF/M	682,3	-	708	-
Sisal (4x 1,5) m 3FF/M	656,8	-	818,5	-
Sisal (4 x 1,5 x 1,5)m 3 FF/M	858,5	-	903	-
Sisal (5x 1, 5x 1,5, 5)m 4 FF/M	856,5	-	804,3	-
MG	758,1	-	909,1	-
CV (%)	30,5	-	31,4	-
F	0,7 ns	-	2,8 ns	-

FONTE: EMBRAPA-CNPA (1997).

Obs.: As médias com a mesma letra para cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

QUADRO 6: Produção da palma forrageira em raquetas e em kg/ha e rendimento médio do capim buffel em massa verde, obtido no consórcio com agave híbrido 11648. Monteiro/PB-1997.

TRATAMENTOS	Palma forrageira		Capim buffel	
	Nº de raquetas/ha rendimento em t/ha primeira colheita		Nº de raquetas/ha rendimento em t/ha primeira colheita	
			1995	1996
Sisal isolado (3x1,5)m				
Sisal (43x 1,5) m 5FP	22,13	8,71	13,3	11,7
Sisal (4x 1,5x 1,5)m 3 FP	21,36	8,27	9,6	9,9
Sisal (5x 1,5x 1,5)m 4 FP	21,66	7,92	9,8	10,3
MG	21,87	8,40	10,9	10,6
CV (%)	16,25	33,51	20,2	20,2
F	0,05 ns	0,08 ns	3,5 ns	0,7 ns

FONTE: EMBRAPA-CNPA (1997).

Obs.: As médias com a mesma letra para cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O sistema de fileiras duplas permite que se tenha uma cultura consorciada permanente. Trata-se de um sistema de plantio organizado que consiste em se deixar um espaçamento maior entre as fileiras, geralmente superior a quatro metros, permitindo, além dos tratos culturais mecânicos, uma consorciação durante todo o ciclo vegetativo da planta. Isso mostra que a densidade é um fator que deve relacionar-se estritamente não só com problemas econômicos, mas principalmente com os problemas sociais de cada área.

O período ideal para o plantio do sisal é o início da estação chuvosa. As mudas devem ser colocadas verticalmente, nem muito superficiais nem muito profundas, e devem estar perfeitamente alinhadas para facilitar, inclusive, os tratos culturais.

b) Corte e colheita

O primeiro corte é feito quando a planta completa 36 meses de idade e atinge o seu pleno desenvolvimento. Ao completar esse período, geralmente cada planta possui cerca de 70 a 80 folhas, ou seja, o número ideal para receber o primeiro corte, que é de 50 a 70 folhas. Nunca devem ser retiradas da planta todas as folhas. O procedimento correto é

deixar 24 folhas após o primeiro corte e 16 nos seguintes. Elas devem ser cortadas bem rentes ao tronco para que as suas fibras possam ser aproveitadas integralmente.

É comum verificar-se, no Nordeste, que normalmente as plantas ficam apenas com as velas (folhas ainda fechadas) após serem cortadas. Isso acarreta atraso no crescimento e o seu enfraquecimento durante os anos seguintes. Além disso, o próprio corte é feito de maneira irracional. Assim, ao invés de serem adequadamente retiradas junto ao tronco, as folhas apresentam um desperdício de 10 cm ou mais em cada uma delas. Isso prejudica de certo modo o nosso produto no mercado internacional, onde as fibras são classificadas pelo comprimento.

Normalmente a agave sisalana apresenta, para as nossas condições, uma produção média de 180 a 250 folhas/ciclo por planta. O ciclo vegetativo da planta dura em média 8 a 10 anos. O híbrido 11648 apresenta uma produção média de 600 folhas por planta durante o ciclo, que também é de 8 a 10 anos. No primeiro corte, são retiradas aproximadamente 120 folhas e, nos cortes subsequentes, 60 folhas por planta. Dependendo das condições de clima e solo, as folhas podem ser colhidas a cada 8 meses. O ideal, no entanto, é que se adote um corte anual.

As folhas devem ser desfibradas no mesmo dia, ou seja, dentro de 24 horas, pois a partir daí elas começam a murchar. Isso, além de dificultar o processo de desfibragem, prejudica a classificação das fibras.

Nas pequenas e médias propriedades do Nordeste, as operações de transporte são geralmente feitas através de asininos, utilizando-se o dorso dos animais para carregar as folhas. Cada animal pode transportar aproximadamente 200 folhas a cada viagem, ou seja, um peso em torno de 100 a 130 kg. Geralmente são feitas inúmeras viagens durante o dia, pois o abastecimento de matéria-prima ao local de beneficiamento tem que ser contínuo.

Em algumas propriedades onde o desfibramento é realizado com máquinas automáticas fixas, o transporte das folhas é feito através do trator com reboque ou caminhão.

c) Densidade

Não existe um padrão único que possa definir exatamente a quantidade de plantas que deve conter um hectare. Isso vai depender, em grande parte, de uma série de fatores, entre eles o método utilizado pelo agricultor e a própria topografia do terreno, que nem sempre permite uma perfeita distribuição das mudas.

De um modo geral, as culturas do Nordeste adotam o sistema de fileiras simples com os seguintes espaçamentos: 2 x 2 m e 1,5 x 2 m, com uma densidade média de 3.350 pés por hectare. Na Paraíba, e mesmo em outros Estados nordestinos, não é comum o uso de fileiras duplas na lavoura agavieira; o agricultor normalmente adota o método acima referido, sem receber, entretanto, qualquer orientação técnica no que tange às distâncias e espaçamentos mais adequados à topografia do terreno.

O método de fileiras duplas, também conhecido como sistema “sumatra”, foi introduzido na ilha de mesmo nome há muitos anos. Trata-se de um plantio organizado que consiste em deixar um espaçamento maior entre cada conjunto de fileiras, geralmente superior a 4 metros, permitindo, além dos tratos culturais mecânicos, uma consorciação durante todo o ciclo vegetativo da planta.

Esse método foi introduzido em raríssimas plantações do Brasil e ocorreu muito pouco na Paraíba. Aqui e em grande parte dos demais Estados produtores, o plantio é feito geralmente em fileiras simples, segundo a própria experiência do agricultor. Esta experiência é transmitida de pai para filho, sem que haja um planejamento mais racional das terras ocupadas.

d) Considerações gerais sobre as pesquisas realizadas com outras espécies de agave

A EMBRAPA-PB vem realizando pesquisas sobre a introdução de novos clones de sisal, os quais constam atualmente da coleção de germoplasma mantida no Campo Experimental de Monteiro-PB (ver anexos). Os ensaios foram implantados em 1993, nos municípios de Monteiro e Barra de Santa Rosa, ambos na Paraíba, envolvendo os seguintes materiais: híbrido 11.648, híbrido RN, híbrido Quênia, híbrido 400 folhas e agave sisalana.

Os dados foram tomados na primeira colheita, referentes à altura de planta (cm), projeção horizontal da planta (cm), número de planta colhida por parcela, peso das folhas por planta (kg) e produtividade de fibra seca (kg/ha). No que diz respeito ao número de folhas colhidas por planta, os híbridos testados apresentaram comportamento similar nas duas localidades, porém diferiram significativamente em relação à sisalana (ver Quadros 7 e 8).

QUADRO 7: Características agrônômicas e resistência de fibra de diferentes materiais de agave em sua primeira colheita. Monteiro/PB-1996.

TRATAMENTOS	HB 400 folhas	HB Quênia	Sisalana	HB RN	HB 11.648	Média	CV (%)	F
Altura da planta (cm)	117,0	146,0	145,0	131,8	143,52	136,7	14,8	1,5
Nº de folha/planta (*)	12,2 a	10,8 a	7,7 b	10,9 a	10,8 a	10,2	5,2	27,8
Comprimento da folha (cm)	77,7 b	81,0 b	101,0 a	71,9 b	76,5 b	81,6	6,5	18,5
Projeção horizontal da planta	144,5 b	174,7 a	167,0 ab	150,0 ab	165,0 ab	162,1	7,4	3,6
Nº de planta colhida por parcela	9,5	7,5	8,0	6,8	8,3	8,0	25,9	0,9
Peso de folhas por planta (kg)	39,0	38,0	26,0	33,3	33,5	33,0	26,3	1,3
Produção de fibra seca (kg/ha)	3458	2708	2208	2500	3083	2792	32	1,3
Resist. da fibra (gramas/força)	576 c	647 bc	1048 a	697 bc	781 b	750	9,9	24,3

FONTE: EMBRAPA-CNPA (1996).

Obs.: As médias com a mesma letra para cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. (*) Dados transformados em raiz quadrada.

Para o comprimento da folha, a agave sisalana foi significativamente superior aos híbridos, nas duas localidades, o que revela a sua importância para a produção de fios e cordas. Quanto ao número de folhas por planta na primeira colheita, os materiais testados não diferiram em Monteiro, porém em Barra de Santa Rosa, a sisalana e o híbrido 11.648 apresentaram resultados superiores às demais espécies.

QUADRO 8: Características agrônômicas e resistência de fibra de diferentes materiais de agave em sua primeira colheita. Barra de Santa Rosa/PB-1996.

TRATAMENTOS	HB 400 folhas	HB Quênia	Sisalana	HB RN	HB 11.648	Média	CV (%)	F
Altura da planta (cm)	120,0 a	108,8	137,0 a	97,7 c	114,8 bc	116,7	7,6	9,8
Nº de folha/planta (*)	9,8 a	9,7 a	6,5 b	10,0 a	10,1 a	9,2	4,3	56,8
Comprimento da folha (cm)	63,3 b	72,0 b	95,5 a	72,0 b	74,0 b	76,8	7,5	13,9
Projeção horizontal da planta	160,5 b	160,0	174,0 ab	147,7	169,0 ab	163,2	7,8	2,6
Nº de folha colhida por parcela	5,5 ab	4,3 ab	7,5 a	3,3 b	7,8 a	5,8	27,4	5,6
Peso de folhas por planta (kg)	19,3	24,4	23,6	26,0	27,8	24,1	18,6	1,9
Produção de fibra seca (kh/ha)	1933 ab	1675 ab	2417 ab	1344 b	3475 a	2212	34,6	4,7

FONTE: EMBRAPA-CNPA (1996).

Obs.: As médias com a mesma letra para cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. (*) Dados transformados em raiz quadrada.

Com relação ao teste de resistência da fibra, a agave sisalana se destaca das demais espécies estudadas, sendo, portanto, considerada a melhor para a produção de fios, cordas e cabos.

De acordo com Souza et al. (1985), os estudos realizados no Estado da Bahia com o híbrido 11.648 e a sisalana mostram as vantagens que ambas as variedades apresentam. Tal experimento teve a duração de 9,5 anos, tendo sido analisados dados de cinco colheitas consecutivas. Os resultados apresentados foram os seguintes:

- a produção do híbrido 11.648 é 125,9 % maior que a sisalana;
- as folhas do híbrido 11.648 são em média 12,6% superiores em relação ao peso da fibra;

- o híbrido 11.648 emite maior quantidade de filhotes por planta;
- o híbrido 11.648 é mais resistente à seca, portanto, pode ser colhido em qualquer época do ano, pois suas folhas nunca murcham, enquanto que as da sisalana apresentam “queda de saia” tão comum nas épocas de seca (ver Foto 1);
- a emissão do pendão floral se dá mais tardiamente.



Foto 1: Híbrido 11648

As desvantagens do híbrido com relação à sisalana é que o seu desenvolvimento inicial é mais lento, permitindo a primeira colheita somente a partir do quarto ano. Suas folhas são mais grossas e mais largas do que as da sisalana, o que exige do operador um maior esforço durante o processo de desfibramento na máquina “paraibana”, de tecnologia bastante rudimentar. No entanto, essa desvantagem pode ser totalmente superada quando o desfibramento passar a ser realizado em máquinas mais modernas.

A fibra produzida pelo híbrido 11.648 é mais curta. Portanto, com relação à classificação no mercado internacional, ele perde para a sisalana. No entanto, poderá ser uma ótima opção para a fabricação de uma infinidade de outros produtos tão ou mais importantes do que a própria fibra.

5.2. Dimensão industrial do sisal

A cultura do sisal é bastante absorvedora de mão-de-obra em todas as fases de implantação, manutenção, colheita e desfibramento. Além do contingente de mão-de-obra diretamente ocupado na atividade sisaleira, grande número de outras pessoas é dependente dessa cultura ainda no setor primário, bem como no secundário e terciário. Pertencem a essas categorias os proprietários sítiantes, os fazendeiros que exploram o sisal, os fazendeiros administradores, os fazendeiros ausentes e os demais agentes da produção que estão nos outros setores da economia (beneficiadores, industriais e exportadores).

Em muitos casos, o proprietário dos campos de sisal participa indiretamente do processo de produção, visto que existe a figura do intermediário que atua diretamente, estabelecendo relações de trabalho com ele e com os trabalhadores. Esta é uma forma de o proprietário furtar-se aos compromissos trabalhistas, tendo a possibilidade de contar com uma mão-de-obra muito mais barata do que seria a do assalariado rural.

A composição do complexo de produção e desfibramento, bem como suas funções, encontram-se especificadas a seguir:

- Cortador – colhe as folhas nos campos, cortando-as com foice apropriada;
- Cambiteiro – transporta, com auxílio de burros, as folhas do campo para o pé da máquina;
- Puxador – alimenta as máquinas com as folhas de sisal;
- Banqueiro – recolhe as fibras após o desfibramento, pesando-as ainda verdes;
- Bagaceiro – abastece os puxadores com folha e retira da máquina os resíduos provenientes do desfibramento;
- Lavadeiras – lava as fibras e coloca-as em seguida para secar. É também função delas colher as fibras e enfeixá-las após a secagem.

O intermediário pode ser também algumas vezes o “dono do motor”. Geralmente, é um pequeno produtor de sisal, feijão ou mandioca que possui o equipamento e se dedica à prestação de serviços de desfibragem. Nesse caso, o proprietário do campo aluga a máquina e o intermediário se encarrega da contratação do pessoal, cuja remuneração é feita por produção. Esses trabalhadores quase sempre são chefes de famílias que também integram, no processo, mulher e filhos. Não possuem qualquer vínculo empregatício ou direitos trabalhistas assegurados. Em termos de processo produtivo, o sisal apresenta baixo padrão tecnológico, sendo bastante intensivo no uso da mão-de-obra a qual exige muito esforço físico.

A primeira fase do beneficiamento é a extração da fibra. O processo de descorticagem é realizado ainda no campo, através de máquinas desfibradoras ou descorticadoras, sendo a mais utilizada o “motor paraibano”. Sua alimentação é feita manualmente. Por tratar-se de um equipamento de pequeno porte, pode facilmente ser deslocado de um lugar para outro, acompanhando a colheita e evitando o transporte das folhas. A desvantagem desse instrumental consiste no baixíssimo índice de produção, no desperdício das fibras contidas nas folhas, bem como num elevado número de acidentes de trabalho.

No processo de desfibramento, deve existir uma primeira lavagem das fibras, a fim de livrá-las do suco clorofílico e da mucilagem péctica da polpa. Isso geralmente não é adotado nas máquinas desfibradeiras, pois a água, juntamente com o suco cáustico da folha, podem prejudicar o operário.

A segunda fase do beneficiamento é a secagem. A fibra úmida é transportada para um terreno provido de estaleiros para secagem. O secador é geralmente feito com uma armação de madeira ou de varas de bambu, providas com 1 a 4 fios de arame galvanizado, de modo que as fibras sejam espalhadas para receber, igualmente, os raios solares. Esse processo de secagem ao sol pode ser feito em apenas um dia. Porém, a ação dos ventos sobre as fibras faz com que elas fiquem emaranhadas e torcidas.

Pesquisas realizadas nesse sentido vieram mostrar que, saindo a fibra ainda verde dos processos de desfibramento e lavagem, o que ela necessita primeiro é de um alveamento. Se a ação provocada pelos ventos e pelo próprio calor da atmosfera consegue secá-la antes, então as fibras continuarão esverdeadas e a sua exposição já seca ao sol somente contribui para torná-las “queimadas”.

A terceira fase, o beneficiamento, é a limpeza da fibra seca. Esse processo é conhecido por “batida ou escovamento”, por meio do qual é possível retirar os restos de polpa aderentes. Essa operação é realizada pelas batedeiras. As batedeiras são máquinas de concepção semelhante à das desfibradeiras, com tambor rotativo de aproximadamente 0,60 m e de seis lâminas planas de 5 cm de largura, cujo tambor gira em sentido contrário ao da desfibradeira, numa velocidade de 200 rpm.

O processo de batimento é feito em grande parte com o auxílio de um operador, que introduz uma porção de fibras para proceder à limpeza através do batimento das lâminas, numa extensão de 70% do comprimento. Em seguida, ele inverte a posição para completar a limpeza da outra extremidade. Uma fibra bem escovada deve apresentar-se sem nós, sem ondas, bem penteada e isenta de partículas de polpa. Os pequenos produtores geralmente não realizam a operação de batimento e, após o desfibramento, eles comercializam a fibra na forma bruta. Outros, no entanto, utilizam as batedeiras comunitárias, existentes em algumas associações de produtores de sisal.

Após o batimento, as fibras são selecionadas de acordo com os padrões de classificação estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária (ver Quadro 9). O certificado de classificação é emitido pelo órgão Oficial de Classificação, devidamente credenciado por esse Ministério. O prazo de validade será de 180 dias, contados a partir da data de sua emissão.

5.2.1. Seleção e classificação das fibras

As portarias (BRASIL 1987 e 1989) identificam e qualificam a fibra do sisal com base nos seguintes critérios:

I. Classes - Segundo o comprimento, medido em centímetros, entre as partes extremas da amostra, a fibra de sisal será classificada em quatro classes (extra-longa, longa, média e curta) não se admitindo sua mistura (ver Quadro 9).

II. Tipos - Em função da qualidade, a fibra de sisal será classificada em três tipos, caracterizados pelas especificações abaixo:

- Tipo 1: Constituído de fibras lavadas, secas e bem batidas ou escovadas, de coloração creme - claro, em ótimo estado de maturação, macias, brilhosas e resistentes, com teor de umidade máxima de 13,5%, bem soltas e desembaraçadas, isentas de manchas, de impurezas, de substâncias pécticas, de entrançamentos, nós, fragmentos e de folhas e cascas, bem como de quaisquer outros defeitos.
- Tipo 2: Constituído de fibras secas e bem batidas ou escovadas, de coloração amarelada ou pardacenta, com pequenas extensões esverdeadas, em bom estado de maturação, com brilho e resistência normais ligeiramente ásperas, com teor de umidade máxima de 13,5%, soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, entrançamentos, nós e cascas. **Tolerância:** Defeitos de beneficiamento e maceração, constituídos por algumas fibras emaranhadas de pouca extensão e profundidade, esparsas concentrações de substâncias pécticas e manchas com acentuada variação em relação à cor.

- Tipo 3: Constituído de fibras secas, bem batidas ou escovadas, de coloração amarelada, com parte de tonalidade esverdeada, pardacenta ou avermelhada, em bom estado de maturação, com brilho e resistência normais, ásperas, manchas com variação bem acentuada em relação à cor, umidade máxima de 13,5%, soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, entrançamentos, nós e cascas. **Tolerância:** Defeitos de beneficiamento e maceração constituídos por algumas fibras emaranhadas, de pouca extensão e profundidade, maiores concentrações de substâncias pécticas, manchas com variação bem acentuada em relação à cor.

QUADRO 9: Classificação da fibra de sisal

EXTRA- LONGA	TIPO 1	Fibra lavada de cor creme-claro	Fibras com mais de 110 cm
	TIPO 2	Fibra de cor creme-claro ou amarelada	
	TIPO 3	Fibra de cor amarelada, com algumas fortemente esverdeadas, pardas ou avermelhadas	
LONGA	TIPO 1	Fibra lavada de cor creme-claro	Fibras com 90cm e no máximo 110 cm
	TIPO 2	Fibra de cor creme-claro ou amarelada	
	TIPO 3	Fibra de cor amarelada, com algumas fortemente esverdeadas, pardas ou avermelhadas.	
MÉDIA	TIPO 1	Fibra lavada de cor creme-claro	Fibras com 70cm e no máximo 90cm
	TIPO 2	Fibra de cor creme-claro ou amarelada	
	TIPO 3	Fibra de cor amarelada, com algumas fortemente esverdeadas, pardas ou avermelhadas.	
CURTA	TIPO 1	Fibra lavada de cor creme-claro	Fibras com 60 cm e no máximo 90 cm
	TIPO 2	Fibra de cor creme-claro ou amarelada	
	TIPO 3	Fibra de cor amarelada, com algumas fortemente esverdeadas, pardas ou avermelhadas.	

FONTE: Maara/Bolsa de Mercadorias de Campina Grande,1997.

III. Refugos - São fibras de sisal com menos de 0,60 m.

IV. Sobras ou restos de fibras - são classificados nas seguintes espécies:

a) Resíduos de beneficiamento

Para efeito de identificação, os resíduos de beneficiamento são aqueles provenientes das operações de desfibramento, lavagem, secagem, batedura e seleção de fibras, inclusive aparas resultantes do processo de corte. Serão classificados em quatro tipos, conforme especificação a seguir:

- Bucha de primeira: constituída de fibras de coloração creme-claro uniforme, em ótimas condições de conservação, com umidade máxima de 14%, provenientes das operações de secagem, batedura e seleção, isentas de matérias estranhas e nós.
- Bucha de segunda: constituída de fibras de coloração amarelada, pardacenta, avermelhada ou esverdeada, em bom estado de conservação, com umidade máxima de 14%, provenientes das operações de secagem, batedura e seleção, isentas de matérias estranhas e nós.
- Bucha de terceira ou de campo: constituída de fibras de coloração amarelada, pardacenta, avermelhada ou esverdeada, em bom estado de conservação, com umidade máxima de 14%, provenientes da operação de desfibramento das folhas, tolerando-se algumas fibras com fragmento de folhas e de nós.
- Aparas: pedaços curtos ou seccionados, inclusive pontas, soltos, em bom estado de conservação, com umidade máxima de 15%, isentos de matérias estranhas, nós e mofo, tolerando-se pedaços de fibra unidos por fragmento ou resto de tecido foliáceo.

b) Resíduos de fiação

Para efeito de identificação, os resíduos de fiação são aqueles provenientes da industrialização da fibra, sendo classificados de acordo com as seguintes especificações:

- Resíduos de espalmadeira - penteadeira (RE): constituídos de pó, fibras cortadas e pedaços curtos de fibra que caem durante o processo de estiragem entre os pentes da máquina industrializadora.
- Resíduos de passadeira (RP): constituídos de pó e fibra penteada pela máquina industrializadora e pelo próprio passador.
- Resíduos de fiadeira (RF): constituídos de pó e de fio retorcido, juntamente com fibras, apresentando-se rígidos devido à torção exagerada.
- Resíduos de tosquiadeira (RT): constituídos de aparas das pontas de fibras que se projetam para fora dos fios e cordas, com o comprimento de 0,01m a 0,03m.
- Resíduos de trançadeira e torcedeira de corda (RTC): constituídos de pequenos pedaços de fibra, ponta de corda e pedaços de corda com defeito.

A fibra de sisal que não atender às condições especificadas pelas normas será classificada como abaixo do padrão. Nesse caso, poderá ter o seguinte aproveitamento: comercializada como tal, desde que perfeitamente identificada; desdobrada ou recomposta, de modo a permitir nova classificação.

A fibra será desclassificada quando apresentar: mau estado de conservação; aspecto generalizado de mofo e fermentação; evidências acentuadas de apodrecimento.

A fibra de sisal submetida a tratamentos especiais, ou ainda beneficiada por processos biológicos ou químicos, será classificada por equivalência, nas respectivas classes e tipos, devendo constar do Certificado de Classificação a expressão: classificada por equivalência.

5.2.2. Enfardamento

Com base em Reny et al. (1996), apresenta-se a seguinte descrição acerca do enfardamento: *“Depois de escovada e classificada, a fibra deve ser conduzida para o enfardamento, operação de acondicionamento da mesma para o transporte até a indústria. Atualmente, no Brasil, poucos produtores dispõem de prensas para enfardar a fibra e quase sempre o enfardamento é feito pelo beneficiador do sisal, que pode tanto utilizar prensas hidráulicas, compostas basicamente de um caixão para o recebimento da matéria-prima, cilindro para o acionamento do cilindro de prensagem da fibra, motor elétrico com depósito de óleo, conexões e válvulas de comando para o acionamento do cilindro de prensagem”*.

Há, ainda, prensas formadas por um caixão de ferro do tipo fixo ou de dois caixões móveis ou giratórios. No primeiro caso, o enfardamento é feito fardo a fardo e o fardo produzido é geralmente de baixa densidade; a prensa com dois caixões móveis ou giratórios apresenta grande rendimento operacional, uma vez que, enquanto se prensa a fibra em um caixão, o outro está sendo abastecido para proceder à prensagem. Esse tipo de prensa é indicado para grandes produtores ou beneficiadores. Sua densidade depende da capacidade do motor em acionar o cilindro. As dimensões médias de cada caixão estão na faixa de 150 x 50 x 70cm, produzindo fardos que variam entre 120 a 200 kg.

De acordo com a Portaria nº 071, de 16 de março de 1983 (BRASIL,1989), a embalagem ou enfardamento da fibra de sisal beneficiada deve obedecer às seguintes especificações:

- as fibras devem ser colocadas na prensa, convenientemente estiradas, em curvas suaves nos cantos da caixa;
- o fardo deve ser amarrado com corda de sisal, arame ou com cinta metálica;

- deve ser aplicada no fardo, por baixo do material de amarração, no ato do enfardamento, uma faixa de tecido de algodão ou prolipropileno, de dimensão e textura apropriadas para receber a marcação;
- o fardo deve apresentar forma e densidade condizentes com os equipamentos utilizados para a sua prensagem e que atenda às exigências oficiais para transporte e armazenagem do produto;
- a marcação do fardo deverá conter as seguintes indicações: produto, safra, lote, número do fardo, nome da prensa (marca comercial), classe, tipo, peso bruto, local de prensagem (cidade e unidade federativa) e a data da prensagem.

Os meios de transporte e os locais destinados à armazenagem da fibra de sisal deverão oferecer plena segurança, principalmente contra sinistros. Deverão ainda dispor de condições técnicas imprescindíveis à conservação das qualidades comerciais do produto e à fiscalização, bem como atender às especificações da legislação vigente. A fibra deve conter no máximo 13,5% de umidade e ser armazenada em fardos prensados, obedecendo às especificações.

Os fardos deverão ser colocados em pilhas cruzadas, em número de duas, em cada lado do corredor central do armazém. A altura da pilha deverá ter no máximo 2,4 m, de modo a facilitar a ventilação dos fardos. O armazém deverá oferecer segurança contra incêndio, ter boa aeração e apresentar um número suficiente de portas para o escoamento do produto armazenado.

5.2.3. Principais aspectos tecnológicos da produção agrícola sisaleira

Por ser uma cultura desorganizada, que adota métodos arcaicos de plantio, colheita e desfibramento, o nosso sisal sempre foi considerado de qualidade inferior ao de outros países produtores. Isso também ocorre pela própria forma como se apresenta no mercado externo: sujo, mal desfibrado e desuniforme com relação ao tamanho das fibras, embora possua uma das características mais importantes, que é a resistência à ruptura.

Há muito tempo, critica-se a qualidade do nosso produto, principalmente com relação ao sisal africano, considerado o melhor do mundo. Acontece que a situação dos nossos campos é bem diferente da realidade africana. Aqui existe um grande número de pequenos produtores que isoladamente trabalham seus campos, ressentindo-se de uma maior assistência técnica ou orientação agrônômica. Faltam-lhes também adequadas condições financeiras que permitam melhorar a qualidade dos equipamentos existentes. Essa realidade vem conduzindo a economia sisaleira a uma situação de grande declínio.

Embora essa cultura tenha sido implantada comercialmente no Brasil a partir de 1939, pouca coisa mudou com relação à tecnologia utilizada no processo de desfibramento. O primeiro instrumento utilizado na operação de desfibramento da agave no Brasil chamava-se alicate ou farracho. Era um aparelho essencialmente manual, cujo processo bastante rudimentar baseava-se na extração da folha para a retirada da polpa ou da mucilagem que envolve a fibra.

Segundo Scholz (1959), o alicate ou farracho era constituído por duas lâminas de metal, com os bordos lisos, encravadas em dois suportes de madeira. Uma pedra amarrada à lâmina superior pressionava esta contra a inferior, e o movimento de abertura e fechamento dessas lâminas era executado por um pedal, ou equipamento manual, que funcionava como alavanca.

Em linhas gerais, o aparelho assemelhava-se a uma guilhotina. O processo de desfibramento era executado em duas fases: na primeira, o sisaleiro introduzia a parte basal da folha entre as lâminas, puxando-a em seguida e desfibrando-a em um quarto do seu comprimento; na segunda fase, repetia-se a operação com o restante da folha, desfibrando-a totalmente. Sendo a folha muito grossa, o sisaleiro dividia-a longitudinalmente em duas e até três partes, executando-se, então, as operações acima descritas.

A tecnologia de desfibramento do sisal permite distinguir duas linhas distintas de máquinas desfibradeiras: uma correspondente ao processo de raspagem com alimentação longitudinal das folhas e a outra com alimentação transversal.

O processo de alimentação longitudinal das folhas, normalmente manual, representa a tecnologia mais amplamente difundida, tendo em conta que os equipamentos dessa linha são de pequeno porte, intinerantes e envolvendo pequenos investimentos iniciais na sua aquisição. O sistema de alimentação transversal representa uma tecnologia bem mais elaborada e complexa, de modo a excluir a necessidade de operador para alimentar a máquina. Esse sistema dá origem a equipamentos de grande porte e por isso mesmo estacionários.

No primeiro grupo, ou seja, onde se encontram os equipamentos de pequeno porte, estão os aparelhos chamados “raspadores ou raladores”, conhecidos também como “motor paraibano” ou “motor de agave” (ver Foto 2).



Foto 2: Motor paraibano.

Esse equipamento foi introduzido na região sisaleira por volta de 1950, sendo ainda hoje a principal máquina desfibadora utilizada nos nossos sisalais. São máquinas acionadas por um motor diesel, estacionário, de 7-12 cv, e que possuem uma baixa capacidade operacional, em torno de aproximadamente 150 a 200 kg de fibra seca em um turno de 10 horas/dia. São compostas de um rotor de ferro de 23 cm de diâmetro, no qual se fixam, equidistantemente, em sua periferia, cantoneiras de abas iguais e dimensões 1.3/8"x1/4". Estas, em movimento, promovem o esmagamento e a raspagem das folhas, auxiliadas por uma mesa batedora.

As folhas são introduzidas através de uma boca e puxadas para fora pelo operador, que rapidamente retira a palma e a reintroduz pela outra extremidade, realizando 4.000 movimentos por dia. Os operadores, também chamados de puxadores, utilizam luvas rudimentares, improvisadas a partir da borracha de câmara de ar para proteger as mãos dos defeitos nocivos do suco cáustico da folha, que provoca uma enorme coceira.

Esse sistema, bastante rudimentar e primitivo, provoca ainda uma grande quantidade de desperdício de fibras (em média 20% a 30% da fibra contida na folha) e envolve um grande número de pessoas para a sua operacionalização, o que representa uma considerável elevação nos custos. Esse processo é cinco vezes mais dispendioso do que o utilizado na África Oriental e isso se deve exatamente à sua baixa capacidade de produção.

No entanto, a utilização de máquinas de grande porte no Nordeste só seria viável a partir de cooperativas, porque elas possuem uma grande capacidade de produção e, necessariamente, precisariam trabalhar com um sistema de plantio organizado, onde houvesse também um suprimento de água necessário ao processo de limpeza das fibras. Isso explica por que grande parte dos pequenos produtores comercializam seus produtos na forma bruta, sem realizar qualquer processo de melhoria da fibra, como o batimento ou escovamento.

Esses equipamentos de alimentação longitudinal são os que vêm sendo utilizados durante muitos anos, nas pequenas propriedades. Sua desvantagem consiste no baixíssimo índice de produção, no desperdício das fibras contidas nas folhas, bem como num elevado número de acidentes de trabalho (mutilação durante a operação da máquina). Além desse problema, levantamentos realizados na maior parte das máquinas em uso evidenciaram que elas produzem ruído excessivo aos trabalhadores que executam suas funções durante oito horas por dia (90 a 98 dB).

Nos últimos anos, algumas pesquisas foram realizadas no sentido de que pudessem oferecer algumas soluções técnicas concretas, objetivando diminuir ou eliminar os riscos de mutilação existentes na tecnologia atualmente utilizada na atividade sisaleira.

Foi a partir dessa preocupação que surgiu a idéia da criação de um dispositivo de proteção para a máquina descortificadora de sisal, pela Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO (Bahia). Esse dispositivo protetor foi projetado para propiciar proteção aos trabalhadores contra os riscos de mutilação apresentados pelo cilindro de descorticagem da máquina. Sua colocação é feita na boca de alimentação da máquina, evitando assim que a mão do operador alcance o rotor desfibrador.

Apesar de ter sido regulamentada pela Portaria Ministerial nº 3.376, de 15/08/85 do Ministério do Trabalho, que tornou obrigatório o uso desse dispositivo em todas as

máquinas do tipo “paraibano”, sabe-se que a medida não teve uma boa aceitação por parte dos operadores. Segundo eles, o dispositivo atrapalha um pouco a operação de desfibramento, de modo que preferem continuar a utilizar o equipamento sem a devida proteção.

Por outro lado, há informações dando conta de que outros tipos de desfibradeiras foram também utilizados em nossos campos, porém numa escala bastante limitada, como é o caso da máquina “Irene”, de origem mexicana, além da “corona”, de origem alemã.

Outras pesquisas registram a existência de uma desfibradeira denominada “brasileira”, que chegou a ser desenvolvida na década de 80 pela Companhia de Celulose da Bahia. Essa máquina consistia de uma esteira alimentadora, rotor descortador, esteira de recepção da fibra e um motor de capacidade entre 15 - 18 cv. As pesquisas mostraram que, embora essa máquina tenha apresentado uma boa capacidade de produção, deixava muito a desejar com relação à qualidade das fibras. Elas saíam sempre emaranhadas, não se prestando para a fabricação de cordas e fios, mas apenas para outros usos como, por exemplo, a fabricação de celulose.

Em 1982, surgiu uma nova proposta de equipamento que até agora tem se constituído numa das soluções mais satisfatórias para a situação dos nossos sisalais. Trata-se do projeto desenvolvido no Município de Nova Floresta-PB pelo mecânico e também agricultor José Faustino de Silva.

O primeiro protótipo recebeu o apoio financeiro da EMBRAPA Algodão e da BRASCORDA, empresa sediada em Bayeux-PB que industrializa o sisal. O protótipo da máquina automática idealizada por José Faustino foi levado adiante com o apoio técnico e financeiro do Governo do Estado, da Universidade Federal da Paraíba e do CNPq. O sistema mecânico é baseado no princípio da máquina “corona” de fabricação alemã, podendo tanto ser fixa como intinerante. Em fins de 1986, um primeiro modelo do equipamento entrava em funcionamento, revelando o potencial de tecnologia.

A máquina desenvolvida em Nova Floresta é composta das seguintes partes: alimentador, formado por mesa receptora de folhas, cordas e polias que transportam as folhas para a operação de desfibramento; rotores raspadores com seus respectivos côncavos; recepção de fibras e da mucilagem dos rotores raspadores; dois motores diesel de 9 cv que acionam, respectivamente, o rotor raspador maior e o rotor raspador menor e redutor de velocidade; um chassi para suportar os componentes orgânicos já descritos.



Foto 3: Máquina automática

A operação de desfibramento se dá do seguinte modo: as folhas são colocadas adequadamente em uma mesa alimentadora e, a partir daí, são conduzidas, por meio de cordas de sisal, para o primeiro rotor, que tem diâmetro de 1,20m e desfibra a parte apical da folha; em seguida, as folhas continuam a trajetória, sendo que a parte dorsal é invertida de posição para ser conduzida ao segundo rotor, a fim de completar a desfibragem; a fibra que está sobre a corda é conduzida para a recepção e a máquina pode ser acionada por um trator de média potência ou então por dois motores elétricos ou diesel, de potência média de 10 cv (Silva et al., 1993).

O rendimento operacional da máquina não mutiladora está em torno de 6.000 kg de fibra bruta por semana e seu custo de operação pode ser observado no Quadro 10.

QUADRO 10: Custo de produção da máquina de alta capacidade operacional não-mutiladora

Coefficiente Técnico	Unidade	Quant.	Valor unitário	Valor total
Matéria-prima (folha)	Tonelada	60	12,50	750,00
Transporte da mat.-prima	Tonelada	60	4,00	240,00
Energia elétrica	Horas	80	2,50	200,00
Operador	Pessoa	01	50,00	50,00
Fibreiro	Pessoa	01	25,00	25,00
Bagaceiro	Pessoa	01	25,00	25,00
Transportador de folhas	Pessoa	01	25,00	25,00
Campeira	Pessoa	02	20,00	40,00
Cortador	Pessoa	04	25,00	100,00
Manutenção da máquina	Unidade	01	50,00	50,00
Lavagem da fibra	Pipa	02	20,00	40,00
TOTAL				1.545,00

FONTE: Unidade Demonstrativa de Beneficiamento da APROSICS - Picuí -PB
Unidade Demonstrativa da Comunidade Santa Celma - Cuité-PB

Observações:

Receita com vendas de fibra bruta 6.000 kg x R\$ 0,38 = R\$2.280,00.

Receita líquida semanal positiva R\$ 735,00/ semana (32%).

Ainda com relação à evolução de novas tecnologias, existe um outro equipamento de grande utilidade que foi desenvolvido pelo setor de mecanização da EMBRAPA Algodão, em Campina Grande-PB. Trata-se de uma peneira rotativa baseada no princípio da “gaiola giratória” citado por Medina (1954) e desenvolvido por Thieme (1951).

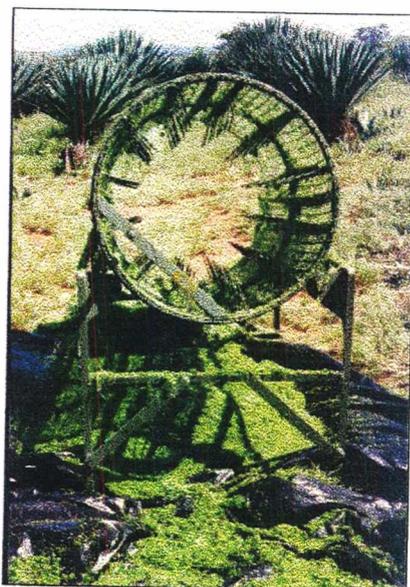


Foto 4: Peneira rotativa

A finalidade desse equipamento é separar os resíduos do desfibramento do sisal, de modo que a mucilagem possa ser retirada da bucha para posteriormente ser aproveitada na alimentação controlada de animais. É na realidade um equipamento de concepção simples e de baixo custo, que possivelmente poderá ser adquirido pelos pequenos produtores.

Em testes realizados pela EMBRAPA, a peneira rotativa demandou o tempo médio de 2,34 minutos para peneirar uma amostra de 100 kg de resíduos frescos de sisal, obtendo-se 72,41 kg de mucilagem; 23,75 kg de bucha e 3.83 kg de perda, quando se operava a uma velocidade média de giro de 17,66 rpm. O aparelho constitui-se de um cilindro fabricado com tela de 1,50m x 0,72 m de diâmetro, apoiado num chassi com quatro pés feitos de cantoneiras de ferro para sustentar o peso das vibrações.

A tela utilizada na peneira apresenta malha de 35 mm e fio de tamanho 12 que conseguem reter a bucha até a extremidade inferior, deixando fluir a polpa de sisal. A parte interna é constituída de pinos que têm a finalidade de reter as fibras quando a peneira está em movimento. A mucilagem é filtrada através dessa malha e depois recolhida para secagem ao sol. O que sobra sobre a tela então é a bucha, que deverá ser lavada para que possa ter algum destino comercial.

Informações obtidas em julho/98 confirmam a existência de um protótipo que está sendo desenvolvido por professores do Laboratório de Mecânica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Trata-se de uma máquina desfibradeira de pequeno porte que deverá futuramente ser comercializada para pequenos proprietários a um custo bastante acessível. Sua capacidade operacional é maior do que a do motor “paraibano”, o que deverá exigir um menor esforço físico por parte do operador, além da grande vantagem de ser “não-mutiladora”.

A implantação das primeiras unidades fabris para a fabricação de fios e cordas agrícolas destinados à exportação teve início na década de 50. No entanto, somente a partir de 1957 é que o processo industrial veio a se tornar muito mais significativo.

O funcionamento da FIBRASA incentivou a criação de outras indústrias de beneficiamento e de transformação, que passaram a contar também com o apoio e incentivos proporcionados pela SUDENE. A implantação dessas indústrias processadoras de sisal beneficiado teve seu maior dinamismo a partir dos anos 60.

Em 1974, a Paraíba contava com cinco estabelecimentos de beneficiamento, fiação e tecelagem. Esse número passou para dezenove em 1979, vinte e quatro em 1985, chegando em 1992 a um total de vinte e cinco empresas.

Existem atualmente seis estabelecimentos industriais no Estado da Paraíba: três no município de Bayeux (BRASCORDA, CISAL e FIBRASA), em Santa Rita (COSIBRA) e dois em Campina Grande (CRISPIM e ISA). Juntas, essas empresas elas consomem cerca de 40.000 toneladas de sisal por ano. Resta salientar, no entanto, que elas só têm conseguido comprar no Estado algo em torno de 8.000 toneladas, ou seja, 20% do volume de que realmente necessitam. O restante tem sido adquirido na Bahia, o que significa também uma grande evasão de recursos que poderiam ficar no nosso Estado.

Das seis empresas instaladas na Paraíba, três delas utilizam como matéria-prima, além do sisal, o polipropileno, polietileno, nylon, etc. para a produção de cordas torcidas e

trançadas, cabos navais trançados e torcidos, etc. As outras três unidades de fiação existentes só possuem a linha processadora de sisal beneficiado, produzindo fios, cordas, cordões, tapetes e/ou telas de sisal.

O processo de industrialização do sisal depende das etapas anteriores de desfibramento, beneficiamento, seleção primária, classificação das fibras e enfardamento. As fibras de sisal, depois de beneficiadas, chegam às fábricas em fardos de 220 a 250 quilos. Geralmente, são rebeneficiadas para que possam atender as exigências de cada empresa com relação à qualidade do produto final. A rigor, esse procedimento seria dispensável se os produtores (beneficiadores) fornecessem um produto mais uniforme.

Os equipamentos industriais têm uma média de aproximadamente trinta anos e a tecnologia de produção, com máquinas de grande porte e barulhentas, quase não sofreu alterações durante todos esses anos. As mudanças introduzidas a partir de 1990 dizem respeito à organização da produção. A maior parte das empresas introduziu mudanças no *lay-out*, adotou técnicas modernas de planejamento e controle da produção (PCP), controle estatístico do processo (CEP) e treinamentos voltados para a melhoria da qualidade e produtividade.

Com relação à qualificação da mão-de-obra no setor industrial, pode-se dizer que o grau de escolaridade da maioria dos trabalhadores é baixo. Para algumas funções no setor de produção como estivadores, embaladores, balanceiros, transportadores de fardos etc., os níveis de qualificação não exigem necessariamente habilidades e conhecimentos anteriormente comprovados. No entanto, para as demais funções a serem executadas, é necessário, além da experiência e domínio sobre o trabalho, certo conhecimento e grau de escolaridade comprovado.

Essas são as funções que possuem a mais baixa remuneração em relação às outras categorias profissionais, contribuindo assim para acentuar o quadro de rotatividade nessas empresas.

5.3. Dimensão da distribuição e do consumo

A Paraíba foi pioneira na exploração do sisal como busca de alternativa para a região semi-árida nordestina. A partir de 1940, pode-se dizer que o Estado iniciou uma fase de produção e exportação da fibra de sisal, com produções sempre crescentes.

Após a Segunda Guerra Mundial, o sisal consolidou-se como um dos principais produtos de exportação do Nordeste, assumindo uma importância econômica significativa para o país. Esse período áureo de produção, que vai até a década de 60 aproximadamente, começa a sofrer um violento abalo por conta da introdução no mercado mundial das fibras sintéticas, através de produtos sucedâneos, com preços bem mais competitivos.

Em 1973, a crise do setor foi interrompida em virtude da elevação do preço das matérias-primas sintéticas. Isso fez com que a economia sisaleira recuperasse seu preço no mercado internacional, causando uma reação dos produtores internos, que procuraram ampliar suas áreas plantadas. A partir da década de 80, um quadro de incertezas e de insegurança volta a se instalar no setor de produção do sisal e seus manufaturados. O preço das fibras voltou a cair acentuadamente no mercado externo e a economia sisaleira entra novamente em crise.

É interessante observar que a decadência do sisal nos anos 80 coincide com a crise nos mecanismos tradicionais de apoio do Estado ao setor agroindustrial brasileiro. Daí por diante, não é mais possível assegurar recursos, gastos e subsídios como repasse do governo para a agricultura, pois esse setor deixou de ser prioridade nos programas governamentais.

Os municípios produtores, que em 1986 detinham uma área de 94.610 ha de sisal, passaram em 1994 para 37.144 ha, uma redução equivalente a 60,74% no decorrer de doze anos. Em resumo, o cultivo do sisal encontra-se numa situação bastante precária, pois a redução na demanda do produto tem provocado o abandono das lavouras e,

conseqüentemente, elevado o desemprego. A partir da década de 90, a produção brasileira de sisal mudou completamente seu perfil, passando praticamente a apresentar um desempenho menor ano a ano.

5.3.1. Situação do mercado externo

A produção mundial de sisal e de outras fibras duras, de um modo geral, encontra-se atualmente em crise. Parte dessa situação pode ser atribuída à própria instabilidade de preços no mercado internacional, provocada tanto pela concorrência das fibras sintéticas, como pela entrada de outros países produtores de fibras naturais no mercado. Essa concorrência tende a reduzir o preço do produto com o conseqüente desestímulo às exportações, o que provocará reflexos internos.

Apesar de todos esses problemas agravantes, o Brasil continua a ser o maior produtor e exportador mundial de fibras. Em seguida, destacam-se o Quênia e a Tanzânia, países africanos que contam com exportações mais significativas entre os demais produtores. O primeiro dedica-se quase exclusivamente à produção de fibra, enquanto que o segundo destaca-se pelos manufaturados, ambos com um bom nível de consumo interno (ver Quadro 11).

QUADRO 11: Países produtores de sisal (em 1.000 toneladas)

País/Produto	1992	1993	1994	1995*	1996*	%96	Média
América Latina							
Brasil	175,4	176,5	188,9	167,8	169,0	56,2	188,9
Haiti	8,5	8,0	8,0	8,0	8,0	2,7	8,2
Venezuela	8,5	8,0	8,0	8,0	10,0	3,3	8,5
Subtotal	192,4	192,5	204,9	133,8	137,0	62,2	205,6
África							
Tanzânia	24,3	29,6	30,2	26,2	26,8	8,9	29,5
África do Sul	6,2	4,3	5,2	5,0	5,0	1,7	4,9
Madagascar	9,8	13,8	12,6	13,6	13,6	4,5	13,1
Quênia	34,1	34,4	33,0	27,9	25,8	8,6	33,5
Subtotal	74,4	82,1	81,0	72,7	71,2	23,7	81,0
China	32,0	32,0	32,0	40,0	40,0	13,3	33,0
Outros países(a)	2,6	2,6	2,6	4,6	2,6	0,9	2,9
Total	301,4	309,2	320,5	301,1	300,8	100,0	322,5

FONTE: FAO (1996).

(*) = 1995 dados preliminares.

(*) = 1996 dados estimados.

(a) = Guatemala, Honduras, Nicarágua e República Dominicana.

Esses países, embora pratiquem a cultura em terras mais férteis, também enfrentam problemas de seca e queda na qualidade da fibra, além das dificuldades de transporte da mercadoria para o exterior.

Além de primeiro produtor, o Brasil é também o maior exportador mundial de fibras e manufaturados. De 1990 a 1996, exportou anualmente uma média de 110,4 mil toneladas de produtos, equivalente a 54,6% do total comercializado.

Aproximadamente 70% do sisal beneficiado brasileiro destina-se aos mercados europeu e asiático, sendo 50% desse volume para Portugal, que dispõe de grande parque manufatureiro da fibra, apesar de possuir a proteção de uma tarifa alfandegária de 25%. Já o sisal manufaturado tem como principais importadores os Estados Unidos (86%) e Canadá (5%), além de outros dezessete países em pequenas proporções.

No período de 1990 a 1996, houve um declínio muito acentuado nas exportações, em consequência não apenas das secas que assolaram vários países produtores, mas também do aumento da oferta de fibras sintéticas no mercado.

Os preços da fibra alcançados no mercado mundial também têm sido maiores para os países africanos do que para o Brasil. Os preços médios do sisal brasileiro exportado demonstram-se instáveis (ver Quadro 12).

QUADRO 12: Preço do sisal em nível mundial

CLASSIFICAÇÃO POR PAISES			
Ano	África Oriental		Brasil
	3L	UG	Nº 3
1985	619	525	442
1986	613	513	442
1987	612	512	437
1988	643	540	490
1989	710	651	511
1990	735	705	531
1991	667	639	400
1992	509	479	370
1993	668	616	451
1994	636	574	389
1995	776	721	582
1996 (*)	954	861	583

FONTE: FAO - CCP:HF 96/2 Elab: CONAB/DIVEX

(*) = Valor médio até 08/96.

5.3.2. Situação da economia mundial do sisal e do henequém

O sisal e o henequém têm uma história caracterizada tanto por períodos de grandes desempenhos como de grandes dificuldades. A demanda por essas fibras nos últimos anos tem diminuído significativamente. De 860.500 toneladas, em 1979, chegou-se a um pouco mais de 400.000, em 1990.

Com raras exceções temporais de curta duração, o setor de sisal e de henequém se caracteriza por um excesso de produção sobre a demanda. Isso se refletiu tanto no preço das fibras como nos seus derivados, durante as duas últimas décadas. Desde meados dos anos 60, a indústria petroquímica tem deslocado gradualmente a produção de fibras naturais, em favor das fibras sintéticas. Uma nova linha de plásticos poliolefinos (representados principalmente pelo polipropileno e polietileno) tem apresentado propriedades técnicas superiores às das fibras duras.

Pode-se dizer que, até 1960, os materiais sintéticos enfrentaram dificuldades em relação às fibras naturais, tanto nos aspectos tecnológicos como nos de preços. No entanto, elas têm sido superadas com uma velocidade incrível nos últimos anos. As companhias que

operam nesse mercado têm investido constantemente, com a finalidade de assegurar uma utilização elevada de suas capacidades.

O argumento de que os preços do polipropileno poderiam elevar-se em função dos preços de petróleo até certo ponto foi válido. No entanto, ficou oficialmente comprovado que os efeitos do aumento no preço do petróleo sobre os custos de produção de polipropileno se diluem em termos percentuais em cada uma das fases de derivação e, sobretudo, na fase final. Como consequência, os preços do polímero de polipropileno têm flutuado consideravelmente e freqüentemente têm descido a níveis onde o sisal e o henequém não são competitivos.

Outro fator que tem contribuído significativamente para o crescimento das fibras sintéticas, a partir dos anos 80, é a introdução de máquinas de embalagem mais modernas. Essas máquinas têm sido projetadas para utilizar exclusivamente cordas de polipropileno, devido à sua maior resistência em relação ao diâmetro requerido. Portanto, quanto mais avançada a tecnologia de embalagem, menor será a utilização de sisal e henequém no mercado internacional.

Os países mais desenvolvidos, que também são os maiores consumidores, têm aumentado o número de indústrias de cordas sintéticas. Estima-se que a capacidade global de fabricação dessas cordas para embalar superou em mais de 70% seu próprio nível de demanda.

Será que esses fatores continuarão desempenhando por muito tempo um papel determinante no mercado de sisal? Ou será que existem outras alternativas que podem impedir ou mesmo reverter essa queda no consumo dos principais produtos manufaturados?

Nos últimos anos, algumas considerações têm sido feitas com relação aos problemas ambientais ocasionados pelos materiais sintéticos. O principal argumento em

favor das fibras naturais fundamenta-se no fato de que elas são biodegradáveis, enquanto que as sintéticas não o são. Portanto, os custos econômicos e sociais diretamente associados à eliminação de matérias plásticas, aparentemente, são maiores do que os das fibras naturais.

No entanto, pesquisas apontam para os constantes avanços tecnológicos feitos pela indústria petroquímica na fabricação de futuros produtos sintéticos biodegradáveis e no melhoramento da tecnologia atual de reciclagem. Não se pode assegurar qual será na realidade a demanda futura das fibras naturais. Espera-se, entretanto, que a superioridade ambiental do sisal traga algum impacto positivo para o mercado.

É necessário que os fabricantes de fibra de sisal e henequém se esforcem para conquistar novos mercados, com a descoberta de produtos manufaturados que utilizem todos os componentes têxteis e químicos, ou seja, a fibra e os subprodutos do desfibramento.

5.3.3. Situação do mercado interno

Nos últimos anos, em função da prolongada estiagem, tem havido queda na produção de fibra de sisal na Bahia e, sobretudo, na Paraíba, principais Estados produtores. Juntamente com a queda de produção, para a qual concorreu também a baixa remuneração do produtor, vieram a quebra da qualidade da fibra, o abandono dos campos e os movimentos migratórios. Isso levou a uma retração dos mercados importadores, principalmente o norte-americano, que em essência é o mais representativo. A partir de 1992, os estoques de fibra do governo declinaram em 80,7%, passando de 67.500 toneladas, em dezembro de 1992, para 12.975 toneladas em maio / 96.

Segundo Leal et al. (1996), a política de garantia de preços mínimos tem sido um dos únicos instrumentos de políticas agrícolas disponíveis para proteção e apoio da

lavoura sisaleira. Ela tem contribuído para amenizar as instabilidades dos níveis de preços e manutenção dos estoques para suprir as demandas dos mercados internos e externos, em períodos de secas, quando se interrompem totalmente as colheitas e os estoques privados se esgotam.

Todavia, apenas esse instrumento não é condição exclusiva que venha contribuir para a estabilidade da cultura como atividade econômica rentável. Esta, além de sofrer com constantes ocorrências de seca, sofre com as oscilações bruscas de preços, devido às reduções periódicas de demanda do mercado externo e interno.

A existência de um grande número de intermediários é uma característica básica na comercialização do sisal. Os produtores vendem a fibra bruta seca ao intermediário que, por sua vez, vende o produto aos beneficiadores e às indústrias de *baler twines* (fios agrícolas) ou entrega o produto diretamente aos agentes compradores.

Além das questões mencionadas anteriormente, o produtor enfrenta vários problemas com relação ao descompasso entre o seu ciclo produtivo e o da atividade do seu maior mercado - as indústrias de *baler twines* - cujo consumo de fibras concentra-se entre setembro e fevereiro, contrariamente ao período ideal para o produtor, que é de maio a agosto.

Isso agrava as condições de financiamento da produção, pois, antes de maio, o produtor está normalmente voltado para outras atividades, aproveitando o período de chuva que, além de ser inadequado para o desfibramento, precisa ser utilizado com as culturas de subsistência.

No período de inverno, ninguém cuida do sisal. A partir de agosto, quando as chuvas já se foram, o rendimento em fibras já não é o mesmo. O período ideal para trabalhar o sisal é de maio a agosto. No entanto, nessa época, as indústrias estão na entressafra, sem embarques de exportação. Por essa razão, a época de compra mais conveniente

para as indústrias, que seria no período de sua maior produção, difere do período favorável de colheita, resultando num sério problema de acumulação e financiamento de estoques.

É nesse período que a comercialização passa a depender do mercado interno, tendo na política de garantia de preços mínimos – PGPM seu principal sustentáculo para os produtores na manutenção dos níveis mínimos de preço, fluxo de comercialização e abastecimento.

Além desses problemas, pode-se afirmar que os financiamentos rurais disponíveis têm-se tornado inacessíveis principalmente aos pequenos produtores. Isso porque, nesse quadro atual de produção, os rendimentos obtidos não cobrem os custos do financiamento. Por conseguinte, a aplicação do crédito rural no setor quase inexistente e as últimas liberações realizadas através do BNB/FNE, via cooperativa do Município de Picuí, foram insuficientes para atender as necessidades existentes.

Os bancos também não têm operado o sistema de empréstimo para a compra da produção, o que tem dificultado uma melhor atuação por parte da cooperativa. A não concessão do crédito bancário às cooperativas têm contribuído para o aumento significativo do número de atravessadores.

Por outro lado, as dificuldades de transportes existentes no meio rural e a incipiente atuação das cooperativas que atuam junto a esses pequenos produtores fazem com que eles dependam fundamentalmente dos créditos fornecidos por essa rede de intermediação.

Em 1997, a produção nacional de fibras de sisal alcançou 135 mil toneladas. Os Estados da Bahia e Paraíba responderam respectivamente por 86,71% e 11% da produção, enquanto o Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco produziram os 2,2% restantes (ver Gráfico).

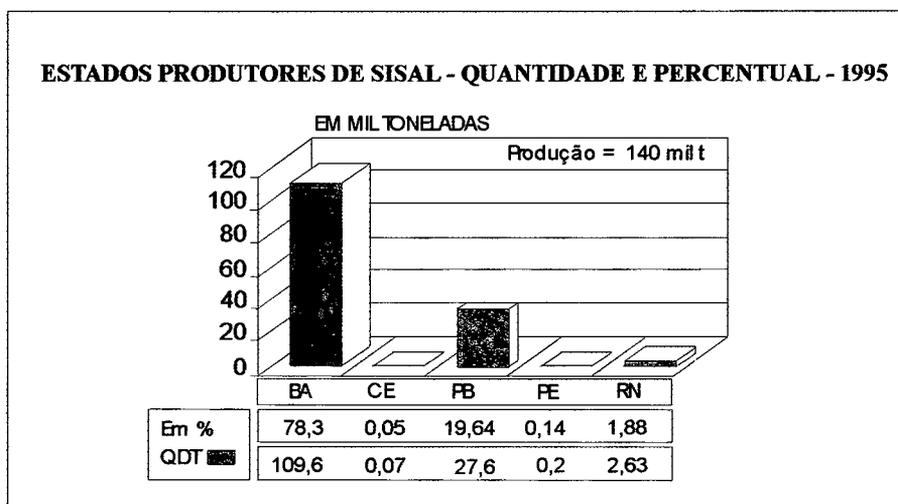


Gráfico 1: Estados produtores de sisal-1995.

FONTE: IBGE/CONAB.

Apesar dos contratempos que o sisal enfrenta, não se pode deixar de acreditar no seu crescimento, quer por ser um produto biodegradável e de usos alternativos, quer por suas reais chances de expansão de vendas em algumas áreas, tais como: carpetes, tecidos não-tecidos, revestimentos de paredes e geotêxteis, polpa para papel e fios de qualidade.

5.4. Principais usos do produto

A maior parte da produção de fibras de sisal é utilizada para fabricação de fios e cordões destinados à agricultura, embalagens ou transformados em artigos diversos pela indústria de cordoaria. Devido à sua elevada tenacidade e resistência a abrasão, e também ao seu baixo custo, a fibra do sisal tornou-se preferida entre outras fibras naturais. É extraída das folhas da planta, altamente resistente às secas das regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro.

Os fios agrícolas de sisal constituem-se na maior aplicação individual da fibra. É o chamado *baler twine*, um cordão destinado ao enfardamento de feno, palhas e outras forrageiras. O cordão da fibra do sisal apresenta as seguintes vantagens:

- é biodegradável, podendo ser ingerido pelo gado sem danos ao seu organismo;
- tem excelente capacidade de aperto nos nós, não deslizando como os fios plásticos;
- recebe tratamento especial contra fungos, mofo e roedores, permitindo a estocagem do produto por longos períodos;
- possui elevada resistência à tração (simples e no nó).

Apesar do desenvolvimento dos produtos sintéticos de cordoaria, os fios, cordéis e cordas de sisal ainda detêm uma boa parcela do mercado, especialmente nos Estados Unidos, Canadá e países europeus.

Podem-se citar inúmeros itens fabricados a partir do sisal, destacando-se os seguintes: fios e cordéis naturais para embalagem, artesanato, indústria de móveis, laticínios, curtumes, fumo, madeira, entre outros; cordas torcidas e cabos trançados destinados aos mais variados setores da economia, construção civil, agropecuária, movimentação e apeação de cargas em navios, portos e sondas de petróleo, além de uma infinidade de aplicações no campo e no lar.

5.5. Considerações sobre o programa de recuperação da cultura de sisal no Estado da Paraíba

Em setembro de 1998, uma comissão formada por empresários e representantes de várias instituições reuniu-se no Núcleo Regional da Secretaria da Agricultura para discutir o Plano de Metas do Governo (período 1998-2002), com relação à recuperação da cultura sisaleira.

A proposta elaborada pela equipe de profissionais forneceu subsídios importantes para a retomada do processo produtivo do sisal na Paraíba, sobretudo porque sua implementação condicionava-se à participação efetiva de todos os setores envolvidos, quais sejam: governo, agentes financeiros, industriais e produtores.

Dentre todos os motivos enumerados, nenhum foi mais importante do que o fornecimento de matéria-prima, objetivando suprir as necessidades das seis indústrias em funcionamento no Estado, que produzem fios, tapetes e cordas de sisal. Para que se tenha uma idéia mais precisa a esse respeito, juntas, elas necessitam aproximadamente de 40 mil toneladas de sisal por ano, mas o Estado vem produzindo apenas 8 mil toneladas. Significa dizer que essas empresas são obrigadas a importar da Bahia 32 mil toneladas de fibra anualmente para o seu funcionamento. Portanto, são 10 milhões de reais por ano que deixam de circular no Estado, o que representa também uma perda de ICMS da ordem de 1,7 milhões de reais.

Essas considerações demonstram que a recuperação do sisal na Paraíba assume uma importância não apenas de caráter social, mas também poderá contribuir efetivamente para o fortalecimento econômico do Estado ficando, inclusive, assegurado, a curto e médio prazos, o retorno dos investimentos que o governo vier a fazer nesse sentido.

Entretanto, os maiores impactos positivos do programa deverão ser sentidos, sem dúvida, de forma mais objetiva e benéfica nos municípios produtores. Ao serem recriadas as oportunidades de trabalho no meio rural, perdidas com o declínio da cultura, esses municípios experimentarão certamente o revigoramento de suas economias e estarão amenizando, sobremaneira, um dos maiores e mais perversos problemas da atualidade, que é o desemprego.

Nesse sentido, o modelo proposto pela comissão de estudos para viabilizar a implantação e desenvolvimento de um programa de recuperação da cultura do sisal apresenta os seguintes objetivos e estratégias:

a) **Objetivo geral:** Desenvolver ações capazes de promover o soerguimento da sisalicultura paraibana, de tal forma que o Estado possa produzir toda a fibra de que necessita, evitando assim a evasão de recursos e contribuindo para minimizar o grave problema socioeconômico criado nas regiões produtoras.

b) Objetivos específicos:

- selecionar, dentre os vinte e quatro municípios mais representativos, aqueles que possuem campos em produção e campos que ainda são passíveis de ser recuperados;
- levantar junto aos sisalicultores selecionados as áreas dos campos a ser recuperadas e as dos campos que precisam apenas de manutenção;
- promover ações no sentido de engajar os industriais do setor sisaleiro na recuperação da cultura, de modo que eles, como parte interessada, venham a participar efetivamente do processo, principalmente no que tange à compra da produção;
- oportunizar a introdução e a disseminação entre os sisalicultores de máquinas desfibradoras com melhor desempenho tanto no que se refere à produtividade quanto à qualidade da fibra;
- difundir e incentivar a diversificação da exploração agrícola, de maneira que o sisal passe a ser um componente a mais, e não o único, do sistema de aproveitamento do imóvel;
- estimular entre os pecuaristas da área produtora de sisal o uso da mucilagem proveniente do desfibramento na alimentação dos rebanhos;
- elevar os atuais índices de produtividade da cultura e melhorar a qualidade da fibra;
- promover a capacitação de técnicos e produtores envolvidos com a cultura.

c) Estratégia de ação:

A recuperação do sisal deverá ocorrer mediante um processo seletivo, junto aos produtores que ainda possuem campos em produção, ou campos que, mesmo em estágio de

semi-abandono, sejam passíveis de recuperação e cujos gastos não ultrapassem R\$ 200,00/ha.

A seleção do público beneficiário será uma tarefa relativamente fácil, tendo em vista que os produtores que ainda se dedicam à exploração do sisal são todos conhecidos e mantêm relações comerciais com a rede de prepostos das indústrias espalhadas em toda a área produtora, restrita atualmente aos seguintes municípios: Arara, Araruna, Areal, Barra de Santa Rosa, Cacimba de Dentro, Nova Palmeira, Olivedos, Pedra Lavrada, Picuí, Cubati, Cuité, Esperança, Remígio, São Vicente do Seridó, Solânea, Pocinhos, Montadas, Nova Floresta, Soledade, Baraúnas, Sossego, Desterro, Teixeira e Imaculada.

Os recursos destinados à recuperação dos campos devem ser considerados como investimento e serão originários do Governo do Estado, através do FUNDAGRO. As taxas de juros serão de 3% ao ano, sem quaisquer outros encargos, e o prazo dos financiamentos será de oito anos, com dois de carência. O dinheiro deverá ser repassado para o produtor, de maneira rápida e sem exigências burocráticas habituais. O ressarcimento será em equivalência/produto.

A manutenção dos campos será feita com recursos do crédito rural postos à disposição dos produtores pelos agentes financeiros oficiais, mediante custeio anual, utilizando-se as linhas de crédito com os menores encargos financeiros, a exemplo do FNE, PRONAF, etc., à razão de até R\$ 100,00/ha. Nesse sentido, sugere-se a renovação do Protocolo de Intenções com o Banco do Nordeste.

Os atuais preços para o produtor giram em torno de R\$0,27/kg de fibra seca. Entretanto, com os campos recuperados e tratados, espera-se obter uma fibra de melhor qualidade e, em conseqüência, uma melhoria desses preços, que poderão atingir a casa dos R\$0,30/kg. É possível também que os custos de manutenção caiam a partir do momento em que melhorarem o estado atual dos sisalais.

Tradicionalmente, a receita do sisal provém exclusivamente da venda da fibra. Todavia, já está devidamente comprovado que o aproveitamento de outros produtos poderá proporcionar uma melhoria na renda do produtor.

Algumas questões estão postas em termos de idéias e, evidentemente, terão que ser minuciosamente discutidas e definidas, a exemplo da operacionalização da equivalência produto, que necessariamente envolverá governo, agentes financeiros, industriais e produtores.

CAPÍTULO 6: AGRONEGÓCIO DO SISAL – CONSIDERAÇÕES SOBRE AS NOVAS OPORTUNIDADES AGROINDUSTRIAIS

Este capítulo procura analisar, de forma objetiva, o potencial de aproveitamento do sisal como fonte de fibras, produtos químicos e matérias-primas básicas. É dentro dessa perspectiva que surge a idéia de se discutir pontos críticos atuais e potenciais, assim como identificar oportunidades e nichos de mercado para essa agroindústria. Trata-se de buscar uma maior racionalização dos procedimentos produtivos, agrícolas e industriais, para que se possa elaborar uma diversidade de produtos, a partir do processo de desfibramento.

Dessa forma, procura-se aplicar os conceitos da filière ideal já discutidos no capítulo 2, mostrando a sua importância como um instrumento de análise para a compreensão da dinâmica dos sistemas produtivos. A aplicação prática desses conceitos permitiu a identificação de alternativas gerenciais e tecnológicas que servirão de apoio na formulação de estratégias públicas e privadas.

Dentro desse enfoque, cinco cadeias são aqui definidas como modelos alternativos para a atividade sisaleira. São elas: a produção da biomassa para fins energéticos e produtos químicos; a utilização de fibras naturais em materiais compósitos; o aproveitamento de subprodutos na nutrição animal; o aproveitamento do suco do sisal como fonte industrial de esteróides e a utilização de fibras naturais em geotêxteis.

6.1. Cadeias de produção analisadas

Pode-se afirmar que a agroindústria processadora de sisal reagrupa uma gama de produtos importantes de utilização industrial.

As cadeias definidas a seguir são, na realidade, proposição de modelos alternativos para plantas industriais que poderão futuramente ser instaladas nas áreas produtoras de sisal. Constituem, portanto, o mecanismo mais apropriado através do qual se podem ilustrar, com base nas informações obtidas e nos estudos até agora realizados, situações concretas de aproveitamento capazes de equacionar, a médio prazo, os problemas das regiões mais secas do Estado.

Evidentemente, os modelos aqui analisados somente se ajustarão a um nível de exploração cooperativista, fundado no aproveitamento integral. Este, uma vez adotado, poderia também fazer emergir o tipo fornecedor, como ocorre na cana-de-açúcar, beneficiando então os pequenos proprietários a ele vinculados. Deve-se levar em consideração que, num processo integrado, os custos absorvidos por cada produto irão diluir os custos fixos, podendo-se esperar, dessa forma, um melhor resultado para muitos produtos que, testados isoladamente, não se revelaram muito competitivos.

6.1.1. Utilização da biomassa para fins energéticos e produtos químicos

Utilizar eficazmente a biomassa renovável significa aproveitá-la de forma integral, adotando métodos e processos que transformem seus principais componentes em produtos úteis, tais como alimentos, energia e produtos químicos.

A utilização da biomassa poderá, com certeza, se tornar competitiva em grandes mercados, como os de produtos agroindustriais, extração de fibras, química orgânica, combustíveis e geração de energia. No entanto, é preciso comparar as vantagens e

desvantagens ambientais de se utilizar a energia da biomassa. É importante que exista sempre um planejamento, para que sua utilização se dê de forma mais racional. Fatores como: tipo de colheita, clima, topografia, erosão, oferta de terras, disponibilidade e qualidade da água, impactos sobre a vida selvagem, qualidade do ar etc., têm que ser analisados de forma integrada, porque eles interagem fortemente no meio ambiente.

Segundo Wereko, Brobby e Hagen (1996), a biomassa pode ser classificada em três categorias – biomassa originária da madeira, biomassa não-originária da madeira e resíduos animais:

- florestas e plantações (madeira);
- plantações agroindustriais: a biomassa originária da madeira é coletada como subproduto, por exemplo, árvores de chá, café, palmas, coqueiros e bambus;
- árvores isoladas;
- culturas agrícolas;
- resíduos de culturas agrícolas;
- resíduos de processamento;
- resíduos animais.

Toda biomassa é constituída de uma base seca, que consiste quase que integralmente de lignocelulose, nome dado a um conjunto de três polímeros que são: celulose, hemicelulose e lignina. A lignocelulose tanto serve para produzir uma variedade de combustíveis, entre os quais se destacam alternativas para gasolina e óleo diesel, como para a produção de uma gama de substâncias químicas que sustentam a vida moderna.

O uso da biomassa lignocelulósica como uma fonte renovável de energia e produtos intermediários deverá responder pela rentabilidade de um grande número de produtos e processos. Ela está sendo chamada a ocupar cada vez mais um lugar de destaque em setores tradicionais, como o da química orgânica.

Os materiais lignocelulósicos possuem outras aplicações de grande valia, além de suprirem as necessidades energéticas dos processos. A lignina, também chamada “petróleo verde”, é considerada o primeiro composto aromático renovável e poderá substituir o petróleo em muitas de suas aplicações. Tanto a lignina como seus derivados são bastante valorizados no mercado.

Juntamente com a celulose, ela se presta ainda para a fabricação de plásticos biodegradáveis e possui uma gama de aplicações na farmacologia, agroquímica, perfumaria e em diversos produtos alimentares. Da mesma maneira, a celulose encontrada na biomassa vegetal tem uma grande aplicação como emulsificante e adesivo. Além disso, dadas as suas propriedades cicatrizantes e de retenção de água, poderá ter grande utilização em produtos médicos e cosméticos. Finalmente, a hemicelulose, em face das suas propriedades gelificantes utilizadas na alimentação, poderá representar uma força abundante de polímeros para a indústria química.

Pode-se citar, ainda, como exemplos: plásticos e polímeros em geral, adubos, defensivos e outros produtos para a agricultura; fibras sintéticas, elastômeros, tais como borracha sintética e borracha natural aditivada e modificada; adesivos; solventes; lubrificantes; tenso-ativos (detergentes e outros produtos de limpeza); produtos para vedação; proteção e decoração de superfícies; perfumes e aromas; aditivos para preservação e beneficiamento de alimentos; fármacos e medicamentos veterinários e muitos outros produtos de química fina.

Qualquer que seja a origem ou a forma de obtenção da biomassa (florestal, agrícola ou urbana), é importante que se considerem as suas potencialidades de valorização. Alguns tipos de biomassa possuem um maior potencial de aproveitamento e, por isso, originam produtos com melhores oportunidades de mercado. É dentro dessa concepção de aproveitamento potencial dos recursos que começa a surgir, ainda que de forma embrionária, o conceito de refino da biomassa, ou melhor, as biorrefinarias, como têm sido chamadas.

Esse novo conceito passa então a englobar a noção de aproveitamento dos recursos renováveis abundantes ou resíduos de exploração e transformação para uma gama de produtos de alto valor agregado. Na Figura 3, podem-se analisar quatro tipos diferentes de biomassas e suas respectivas *filières* de produtos de valorização. São elas: biomassa florestal, biomassa agroalimentar e biomassa urbana.

Entretanto, o conceito de valorização ótima da biomassa em diferentes produtos dentro de cada *filière* dependerá de uma série de fatores e particularidades de cada mercado, como, por exemplo: preços competitivos, fornecimento de matérias-primas, estratégia industrial, etc.

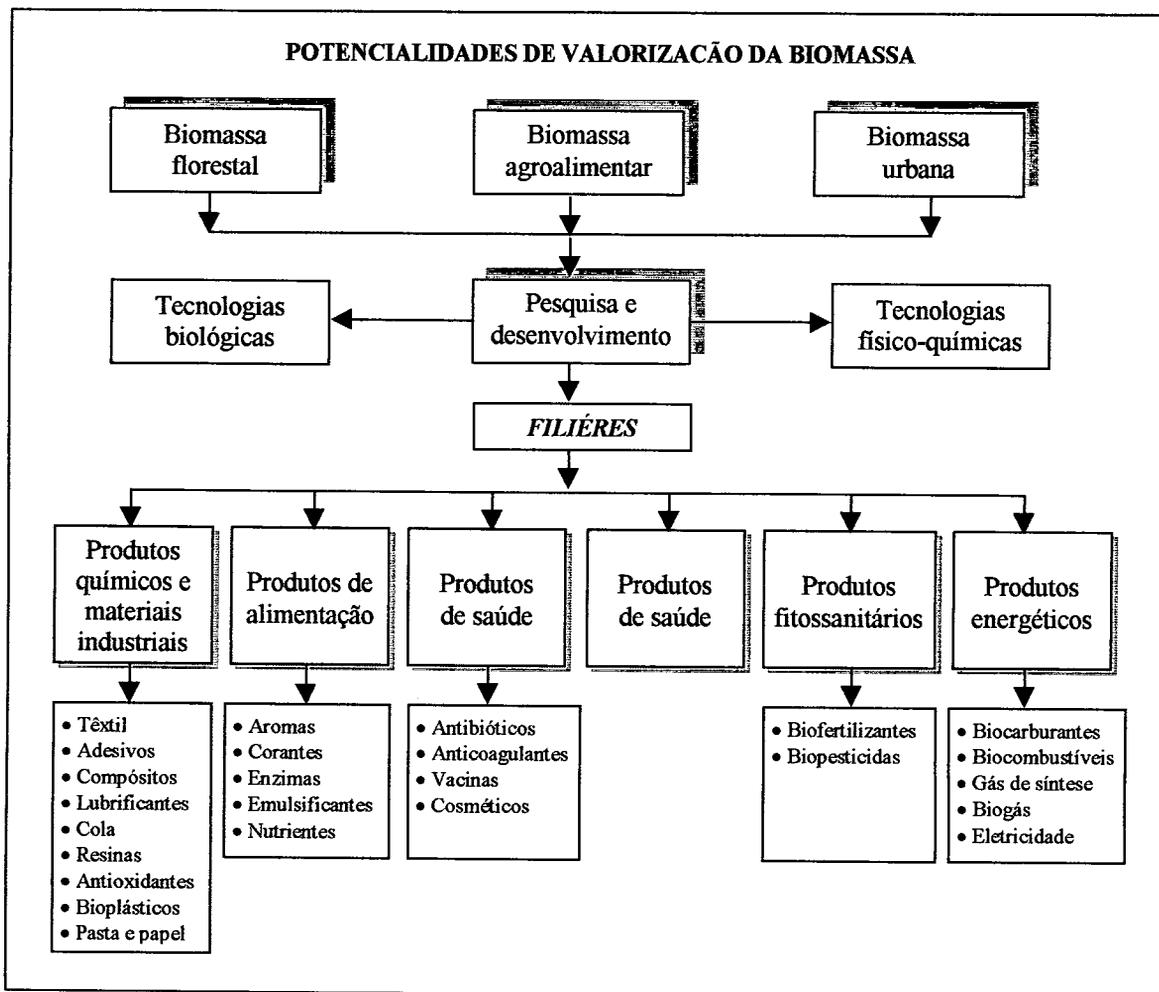


Figura 3: Potencialidades de valorização da biomassa.

FONTE: Dados da pesquisa direta.

O objetivo de se utilizar a biomassa na fabricação de tantos produtos é maximizar a utilização de recursos renováveis, evitando-se dessa maneira processos agressivos que utilizem muita energia e cujos produtos não sejam recicláveis ou biodegradáveis.

Dentro desse leque de alternativas, a biomassa pode ser considerada como o maior recurso energético do mundo, porque as plantas são partes integrantes de um sistema bioenergético que fornece alimentos, recupera o oxigênio, remove o dióxido de carbono e purifica a água.

Os estudos mostram que, para a produção de combustíveis a partir da biomassa, devem ser levados em consideração os seguintes aspectos:

- avaliação das fontes de biomassa disponíveis;
- escolha dos vetores energéticos e tecnologias de conversão;
- dimensionamento das instalações;
- os custos das instalações e vetores energéticos;
- avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos;
- estratégias de implantação.

É dentro desse contexto que a utilização da biomassa passa a desempenhar um papel decisivo, no que tange às questões relacionadas à produção de energias limpas, ou seja, obtidas de fontes renováveis que, sem dúvida, contribuirão significativamente para diminuir os níveis de poluição existentes. O desenvolvimento energético sustentável repousa sobre a utilização ótima de recursos renováveis e duráveis. Isso quer dizer que novas matérias-primas, novos processos, novos produtos industriais devem adaptar-se rapidamente para responder a esse novo desafio mundial.

Os combustíveis derivados de colheitas energéticas não são apenas potencialmente renováveis, mas poderão promover uma substituição direta dos combustíveis fósseis. Eles podem ser convertidos numa ampla variedade de energia, usando novas conversões tecnologicamente existentes. Portanto, deverão se tornar uma fonte significativa de energia para o século XXI.

Os trabalhos realizados por Miller et al. (1987) enfatizam a utilização de materiais lignocelulósicos como uma alternativa viável para a produção de energia. A matéria-prima mais utilizada nos estudos foi o bagaço de cana-de-açúcar. Todavia, de maneira geral, o processo desenvolvido é totalmente válido para todos os materiais lignocelulósicos. (Foi patenteado sob o código US Patent 4.529.699).

A biomassa vegetal (seca) consiste quase que integralmente de lignocelulose, nome dado a um conjunto de três polímeros, que são:

- celulose - que é uma poliglicose (hexose);
- hemicelulose - formada principalmente de pentosanas, entre as quais se destaca a poli-xilose.
- lignina - essencialmente um poli-fenil-propana contendo várias funções químicas oxigenadas.

Há alguns anos, após estudarem o problema global da substituição do petróleo, os aludidos pesquisadores perceberam que os processos contínuos de hidrólise ácida de biomassa ofereciam uma maior possibilidade de serem desenvolvidos, já que apresentavam uma alta eficiência tecnológica e economicidade, o que foi constatado em pesquisas subseqüentes. Dessa forma, foram desenvolvidos três projetos:

a) Projeto Hidrocon

Esse projeto envolve como etapa básica a sacarificação da celulose de materiais lignocelulósicos (biomassa vegetal). A alta eficiência tecnológica e economicidade do processo foram verificadas principalmente com o bagaço de cana, levando em conta a sua enorme disponibilidade na indústria açucareira/alcooleira.

Foi usado um processo contínuo de hidrólise ácida. É importante enfatizar que um processo contínuo é muito mais eficiente que um equivalente em batelada. Além disso, usa reatores muito menores para os mesmos níveis de produção, com uma redução de aproximadamente duzentas vezes nesse processo. O hidrolizado obtido é então fermentado a álcool.

Embora a fermentação tradicional (usada no Programa Proálcool) seja perfeitamente válida, convém salientar que já existe *know-how* em várias fases de desenvolvimento para melhoria dos processos existentes. Processos de fermentação contínua são bem preconizados. Há bastante desenvolvimento para a substituição de leveduras. Por exemplo: bactérias do gênero *zymomonas* têm sido bastante estudadas,

inclusive nas fermentações contínuas. Dessa maneira será possível fermentar até 18% de álcool, ao invés de 12% com as leveduras tradicionais.

Nesse processo, a partir de uma tonelada de bagaço de cana ou outros materiais lignocelulósicos, foram obtidos:

- 160 litros de álcool (etanol);
- 30 litros de furfural;
- 28 litros de ácido acético;
- 10 litros de metanol;
- 280 kg de lignina, suficientes para suprir a energia térmica do processo e deixar lignina ainda para usos mais nobres.

b) Projeto Furfural

Esse projeto combina dois processos contínuos em meio ácido. O primeiro é uma hidrólise ácida da hemicelulose de materiais lignocelulósicos, similar ao do Projeto Hidrocon, porém usando condições mais brandas.

As pentoses em solução, após separadas da celulose, lignina e cinzas, são submetidas a uma desidratação também em meio ácido, que as transforma em furfural como produto principal. Para cada tonelada de bagaço, obtêm-se 100 kg de furfural (90 l). O furfural é de grande importância, principalmente para a substituição de óleo diesel, além de matéria-prima para fins químicos.

O processo, de fato, viabiliza a produção industrial de furfural num preço bem menor que o praticado no mercado nacional e internacional.

A substituição de óleo diesel por álcool hidratado aditivado vem da conversão do furfural em nitrato de álcool tetrahidrofurfurílico (NTHF). Entre suas vantagens, destacam-se as seguintes: precisa somente de um baixo teor de NTHF no álcool; é solúvel em álcool, dando mistura estável; não é explosivo e oferece segurança no seu manuseio; é compatível

com os materiais usados nos motores; tem baixa emissão de poluentes; tem toxidez reduzida. Acima de tudo, é obtido de uma fonte barata e renovável, por um processo eficiente e econômico. O álcool hidratado aditivado com NTHF vem sendo testado amplamente em frotas de veículos, já há algum tempo no país, pelas montadoras Mercedes-Benz e Scania.

É muito importante acrescentar que os países que irão substituir o petróleo por carvão mineral, enquanto este estiver disponível, terão que utilizar gás de síntese e metanol como matérias-primas primordiais. Nesta situação, deverão substituir o óleo diesel por metanol aditivado, para o qual o NTHF também serve perfeitamente.

O preço da produção de furfural nesse processo permite a sua reentrada na indústria química como matéria-prima de uso extensivo, concorrendo com produtos atualmente obtidos da petroquímica. Adicionalmente será valiosa matéria-prima para produção química, como insumos farmacêuticos de uso humano e animal (por exemplo: furazolidona, nitrofurazona e nitrofurantoina).

c) Projeto de Auto-Hidrólise

Esse projeto é aparentemente desconexo da substituição de petróleo, mas deve ser considerado de grande importância no aproveitamento da biomassa, pois permite inclusive a construção de plantas de escala modesta espalhadas por todo o país. Nesse projeto, foi desenvolvido um processo de auto-hidrólise, isto é, sem adição de ácido.

Ele representa, em primeiro lugar, um eficiente pré-tratamento para os processos de hidrólise ácida e também para os processos enzimáticos. Contudo, a característica fundamental do processo é que produz um excelente alimento para animais ruminantes, gado e outros. Experiências já realizadas mostraram que uma ração animal utilizando o bagaço auto-hidrolisado como constituinte principal é melhor que as rações convencionais. Na Figura 4, podem-se observar os resultados obtidos através dos três processos analisados na pesquisa.

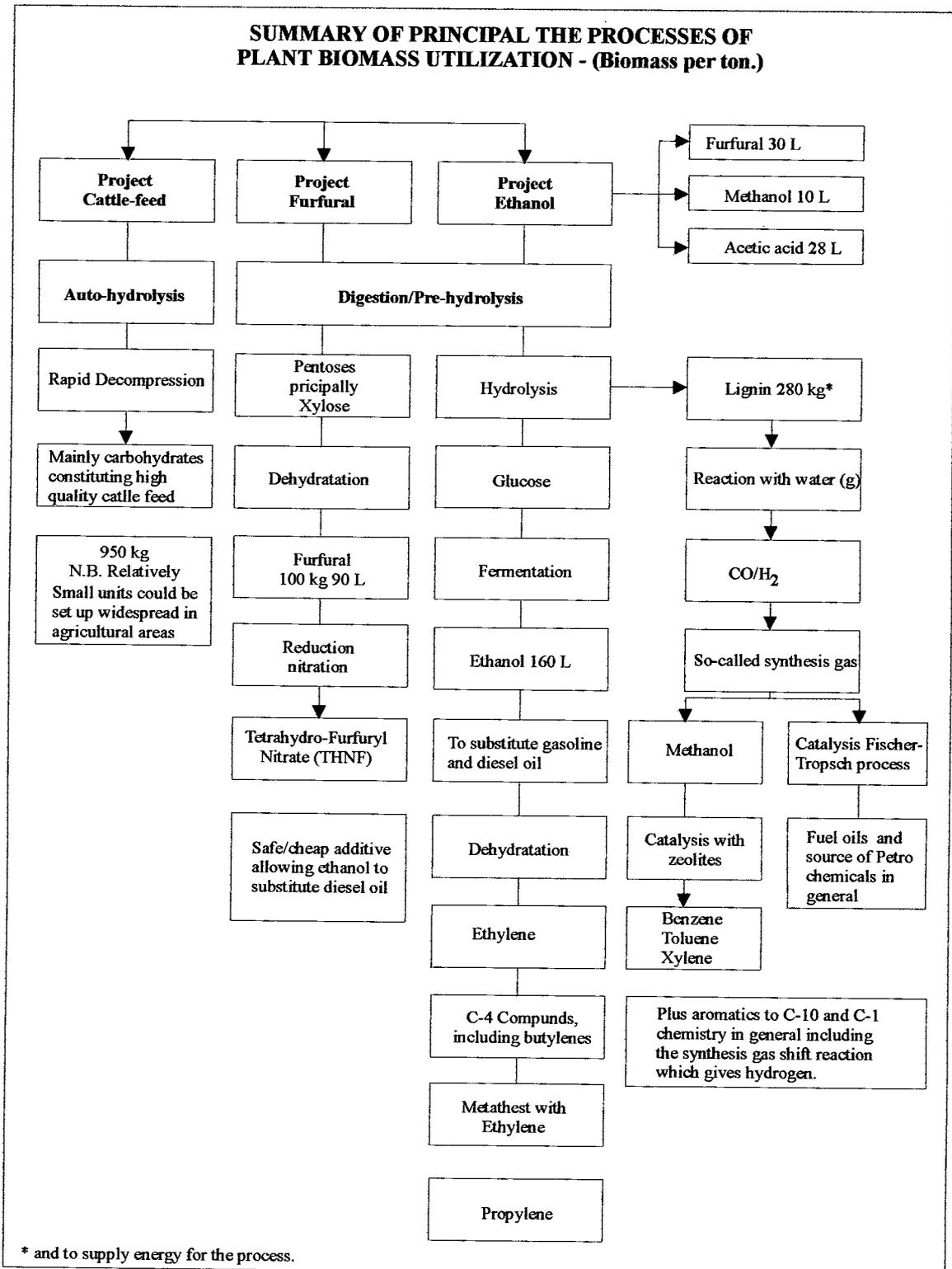


Figura 4: Summary of principal processes of plant biomass utilization.

FONTE: Miller (1985).

6.1.2. Utilização de fibras naturais em materiais compósitos

A busca de tecnologias ecologicamente corretas tem se tornado uma grande preocupação nos últimos anos. O novo paradigma do desenvolvimento econômico está voltado para propiciar a melhoria de vida das futuras gerações, incorporando na sua concepção modos de produção menos poluentes e impactantes.

O desenvolvimento econômico sustentável requer uma transição gradual para uma economia de ciclo de vida em que a produção, o uso e a disposição de bens e serviços sejam gerenciados de modo a terem um impacto mínimo nos ecossistemas (Declaração de Berlim, 1996).

A tecnologia que possibilitou um vertiginoso desenvolvimento humano começou a ser questionada em função do preço a ser pago pelo progresso econômico das últimas décadas. Infelizmente, os produtos gerados industrialmente não desaparecem após esgotarem o seu uso. A grande quantidade de materiais descartáveis (produtos farmacêuticos, cirúrgicos, domésticos, etc.) não-degradáveis tem provocado sérios problemas ambientais, econômicos, sociais e legais.

Segundo Moraes et al. (1995), o agravamento da questão dos resíduos está diretamente relacionado a dois fatores: o aumento do consumo e a criação de materiais artificiais. O primeiro fator está associado ao crescimento populacional e ao aumento da geração de lixo *per capita*, em decorrência dos padrões de consumo da atualidade. O segundo fator está relacionado à criação de novos materiais com estruturas complexas, normalmente não-biodegradáveis, que apresentam um alto potencial de agressão ao homem e ao meio ambiente.

Dentro desse quadro agravante, a sociedade começa a discutir as questões relacionadas à variável ambiental, proporcionando um desenvolvimento econômico

baseado em tecnologias industriais mais limpas que possam contribuir para reduzir a geração de resíduos, utilizando, de forma mais eficiente, matérias-primas e energia.

Em resposta a essas necessidades, a sociedade tem que se preocupar seriamente com o futuro das fibras naturais para o próximo milênio. Nesse sentido, a utilização de materiais renováveis e ambientalmente seguros terá substancial importância para a proteção do ar, da água, do solo e das florestas.

A utilização total ou parcial de fibras vegetais como substitutas de diversos produtos sintéticos ou outras fibras minerais tem apresentado um grande potencial de aplicação tecnológica. (Para um melhor entendimento do assunto observar, ao final deste item, a Figura 5, que apresenta a classificação das fibras têxteis).

a) Considerações sobre os materiais compósitos

Um compósito é constituído de reforço, geralmente sob a forma de fibras e de uma matriz orgânica (resina). O reforço contribui para a resistência mecânica do material, enquanto que a matriz une as fibras, conservando a sua disposição geométrica, bem como protegendo-as do ambiente exterior. As propriedades mecânicas teóricas de um compósito dependem dos seguintes fatores: propriedades dos materiais constituintes (fibras e matriz); concentração das fibras e orientação das fibras.

Os compósitos são materiais que podem ser reforçados com fibras metálicas, poliméricas, minerais ou com fibras naturais de origem vegetal. Na fabricação de materiais compósitos, as resinas termorrígidas, principalmente os poliésteres, são as mais utilizadas. Outras resinas termorrígidas usadas, além do poliéster, são: epóxi, vinil, éster, etc. A escolha da resina apropriada permite muitas vezes que o projetista possa alterar as características finais de um compósito, tais como: temperatura, resistência química, propriedade elétrica, etc.

Nos últimos anos, o processo de fabricação de materiais compósitos tem sofrido uma substancial evolução. Novas tecnologias foram desenvolvidas no que diz respeito à pultrusão, moldagem de compósitos por transferência de resina, moldagem de compósitos a baixa pressão, entre outros processos. Tudo isso está levando a indústria a um alto nível de sofisticação, principalmente em áreas de alta tecnologia, como a indústria aeroespacial.

Uma ampla variedade de fibras tem sido utilizada como reforço na fabricação de diferentes materiais, como fibras de vidro, carbono, metal e outras fibras sintéticas. No presente artigo, abordar-se-á apenas o desempenho das “fibras naturais” como reforço para materiais compósitos.

b) Utilização de fibras naturais como substituto de diversos produtos sintéticos

Muitas fibras naturais têm sido utilizadas como reforço para compósitos, entre elas linho, coco, juta, rami, algodão e sisal. O sisal tem apresentado uma série de vantagens que já estão viabilizando a sua aplicação em várias indústrias do ramo automobilístico e da construção civil no Brasil. Quando comparado a outros materiais, o sisal apresenta as seguintes vantagens como fibra de reforço em compósitos plásticos:

- tem propriedades mecânicas específicas;
- é biodegradável;
- possui baixa densidade;
- é não-abrasivo;
- apresenta baixo consumo de energia;
- tem baixo custo;
- promove empregos rurais.

Disponíveis em grandes quantidades e possuindo inúmeras vantagens, as fibras naturais têm sido utilizadas como agente de reforço e enchimento para os materiais plásticos. Elas se constituem basicamente de celulose, hemicelulose e lignina. Esses

constituintes, por sua vez, são polímeros naturais com boas possibilidades de substituir, em parte, os polímeros sintéticos.

Devido justamente aos seus constituintes, as fibras vegetais não se fundem ou amolecem, fato que impossibilita o seu processamento pelas técnicas de preparação utilizadas para os termoplásticos convencionais. No entanto, podem resistir a temperaturas de até 200°C, sem perda significativa de suas principais propriedades, características que as tornam bastante atraentes para a utilização como fibras de reforço em compósitos (Mattoso et al., 1998).

O uso de fibras naturais em compósitos reforçados não constitui, na realidade, uma novidade. No passado, segundo Morassi (1994), os compósitos de látex de borracha, reforçados com fibras de coco para uso em estofamento de automóveis, foram amplamente utilizados. No entanto, a partir da década de 60, eles começaram a ser constituídos por espumas de poliuretano.

Essa espuma, à base de isocianato, libera durante a combustão o gás cianídrico, altamente tóxico. Por isso, é de extrema importância que se considere o desempenho dos produtos que utilizam fibras vegetais, buscando-se também respostas socioambientais para o seu uso.

Segundo Rowell et al. (1996), a modificação química de fibras vegetais pode ser utilizada para melhorar a compatibilidade fibra-plástico, a elasticidade dimensional, a baixa temperatura de degradação, a temperatura de processamento e a resistência à degradação biológica.

Ainda com base em Mattoso et al. (1998), os estudos mostram que existem várias finalidades para as quais a modificação química das fibras de sisal pode ser utilizada, dependendo de sua aplicação. Quando se considera o uso de fibras em ciência dos

materiais, para a substituição parcial ou total de plásticos ou outras fibras sintéticas ou minerais, pelo menos três aspectos podem ser considerados:

- Tratamento superficial da fibra para remoção de agentes cimentantes, levando a desfibrilação em fibras elementares individuais. As fibras elementares aumentam a área interfacial fibra-plástico, aumentando a região de transferência de sollicitação mecânica do plástico para a fibra.
- Modificação química da superfície das fibras, tornando-as apolares e, portanto, mais compatíveis com os plásticos sintéticos comerciais, o que melhora a adesão fibra-plástico.
- Termoplastização da fibra: modificação química da fibra, em todo o volume, de forma a transformá-la em um polímero com comportamento semelhante ao dos termoplásticos comerciais. Termoplástico é um plástico que amolece ou se funde quando aquecido, podendo ser facilmente moldado em diferentes formas.

Vários estudos têm sido realizados sobre as aplicações da fibra de sisal em compósitos reforçados, podendo-se citar os de Joseph et al. (1992) e Toledo Filho et al. (1997), ambos voltados para analisar em especial a melhoria das propriedades físicas e mecânicas dos compósitos, quando reforçados com fibras vegetais.

Outros autores têm procurado entender a correlação entre estrutura e várias outras propriedades (mecânicas, dinâmicas e reológicas), visando à otimização do desempenho de compósitos de sisal e outros termoplásticos (polietileno), termorrígidos (resina epóxi) e elastômeros (borracha natural). Em resumo, eles mostram a potencialidade da aplicação industrial das fibras vegetais na utilização de novos materiais (compósitos).

As considerações de Lima (1997) sobre o assunto sugerem que é possível obter-se, com as fibras de sisal e argamassa à base de cimento, compósitos de excelente

desempenho na fabricação de produtos para a construção, como telhas, por exemplo. Segundo a autora, a fibra apresenta um papel decisivo em sua concretização, devido a sua excelente capacidade de absorver deformações e de conferir aos compósitos a propriedade da ductilidade.

A demanda por materiais reforçados com fibras naturais tem crescido nos últimos anos. Alguns estudos têm mostrado que uma alternativa também promissora para a produção de compósitos é a utilização de fibras de bambu. O bambu chega a fornecer trintas toneladas por hectare de fibras secas apropriadas para a produção de compósitos. Muitos produtos podem ser fabricados a partir das suas fibras, desde suportes usados como estruturas na construção civil, compensados de várias espessuras, aglomerados para fabricação de móveis e também em misturas com concreto e argamassa. A adição de fibras de bambu para reforço com cimento contribui consideravelmente para evitar rachaduras e também para tornar as construções mais resistentes aos impactos.

Os produtos fabricados com as fibras de celulose são mais leves do que os produtos convencionais e, portanto, mais fáceis de transportar e instalar. Outra razão importante para o uso das fibras de celulose deve-se ao seu maior isolamento térmico. Os produtos reforçados com essas fibras oferecem economia em termos de custos de aquecimento.

Com a finalidade de melhorar o desempenho e as questões mercadológicas do cimento e produtos à base de concreto, foi desenvolvido e patenteado o processo Gumfer. Esse processo tem desenvolvido uma variedade de métodos de tratamento e vem apresentando com sucesso os resultados obtidos com diferentes tipos de celulose, incluindo fibras de madeira, fibras agrícolas e polpa de papéis.

Os testes iniciais mostraram que a fibra representa 20% do seu peso; sua flexibilidade pode ser duplicada ou triplicada; a resistência aos impactos é dez vezes maior que a do concreto e a sua força de compressão está dentro dos padrões aceitáveis para o

concreto (15 a 30 mpa). Essas qualidades podem certamente ser melhoradas, reduzindo-se a quantidade de água na mistura com o cimento e usando-se técnicas de extrusão.

O processo Gumfer consiste essencialmente no tratamento de fibras, usando-se goma(cola) ou polímeros sob condições altamente específicas. As fibras tratadas são então lavadas e depois secas para uso na mistura com o cimento. Entre outras vantagens do processo Gumfer, podem ser citadas:

- a ação da goma como *plasticizer* melhora a flexibilidade da fibra;
- a goma promove melhor união da fibra com o cimento;
- maior resistência ao impacto;
- a goma reduz a absorção da água das fibras, permitindo, portanto, maior resistência em uso. (A proporção de sólidos requerida resulta em alta força de compressão).

As fibras tratadas com a tecnologia Gumfer podem ser prontamente incorporadas à mistura com cimento, concreto ou argamassa. Essa tecnologia oferece uma gama de produtos, que não se consegue obter através dos métodos tradicionais de tratamento da fibra. Pode-se dizer, ainda, que ela oferece benefícios ambientais e uma oportunidade para as fibras vegetais que atualmente têm “mercado” ou “usos” limitados.

O avanço tecnológico tem mostrado que o uso de fibras naturais já não pode ficar limitado apenas a aplicações tradicionais. Alguns pesquisadores têm apresentado contribuições significativas, destacando o emprego das fibras naturais como excelente alternativa para reforço de materiais compósitos.

Toledo Filho et al. (1997) procuram avaliar analítica e experimentalmente o comportamento em compressão de argamassas reforçadas com fibras naturais. No presente trabalho, são apresentadas relações analíticas para prever a completa curva tensão-deformação de argamassas reforçadas com fibras naturais, bem como propriedades-chave, tais como a resistência à compressão e o módulo de elasticidade, em função dos

parâmetros de reforço das fibras e das propriedades da matriz. Uma relação constitutiva entre o módulo de elasticidade e a resistência à compressão é proposta para os compósitos reforçados com fibras naturais, com base na relação empírica proposta para o concreto simples.

A precisão analítica usada para prever a completa curva tensão-deformação dos compósitos de argamassa reforçada com fibras naturais foi verificada, comparando-se curvas de tensão-deformação experimentais com as previstas pelo modelo. Valores do módulo de elasticidade dos compósitos obtidos com base na relação constitutiva proposta foram comparados com os valores experimentais. Os resultados indicaram que tanto a expressão analítica quanto a lei constitutiva apresentaram boa correlação com os dados experimentais.

Toledo Filho et al. (1997) destacam ainda a importância das fibras como uma excelente alternativa para o uso como reforço de matrizes frágeis, devido à sua abundância, baixo custo e consumo de energia para sua produção. Na sua abordagem sobre o assunto, o autor considera que o trabalho assume uma importância bastante expressiva no atual contexto da economia nacional, em especial da região Nordeste, cuja infra-estrutura rural é insuficiente e inadequada para atender as necessidades de sua população. Sendo assim, o uso de fibras naturais na produção de elementos de cobertura e revestimento, painéis divisórios, componentes habitacionais, etc. pode contribuir para o estabelecimento dessa infra-estrutura.

O mesmo estudo enfatiza ainda que os compósitos de argamassa reforçados com fibras naturais surgem como um desafio e, ao mesmo tempo, como uma solução para se combinar materiais de construção não-convencionais com as técnicas de construções tradicionais. Além disso, eles poderão substituir com sucesso os produtos feitos com fibras de amianto, atualmente consideradas bastante prejudiciais à saúde humana.

Na sua abordagem sobre o assunto, Savastano (1997) procurou analisar o emprego das fibras naturais na produção de componentes construtivos. Foram estudadas as características existentes em diferentes tipos de resíduos oriundos do processo agroindustrial, entre elas as fibras de sisal, coco, piaçava, rami, banana, malva, algodão e polpa de celulose (ver Quadro 13). O objetivo dessa pesquisa foi o desenvolvimento de um sistema alternativo de cobertura de baixo custo.

QUADRO 13: Resíduos do processamento de fibras vegetais

Fibra	Produto principal	Resíduo	
		Denominação	Aproveitamento para outros fins
Sisal	Fibra verde antes da secagem	Bucha verde (já separada do bagaço) – umidade aprox.: 120% em massa	Uso potencial para produção de celulose
Sisal	Fibra beneficiada	Refugo/bucha	Reforço de gesso, produção de fios e celulose
Sisal	Fios	Bucha branca (sem tratamento)	Produção de celulose (uso total)
Sisal	Cordas	Fibras curtas (menos de 3 cm)	Combust. e adubo (uso desprez.)
Sisal	<i>Baler twine</i>	Bucha (tingim. c/ anilina e mist. c/ óleo mineral)	Reprocessamento (uso total)
	(Fio agrícola)	Fibras curtas (tingim. c/ anilina e mist. c/ óleo mineral)	Combustível (uso total)
Sisal	Tapetes	Retalhos de fios (submetidos a tingimento a quente)	Uso potencial para produção de celulose
Piaçava	Fibra limpa e penteada	Mistura de fibras e palha (refugo)	Nenhum
Piaçava	Fibra p/ prod. Vassouras	Fibras fora de padrão	Reprocessamento (parcial)
Algodão	Fios para tecelagem	Microfibras: 85% algodão e 15% poliéster	Enchimento para almofadas e colchões
Polpa celulose de eucalipto	Produção de papel	Rejeito - umidade aprox.: 60% em massa	Papel de qualidade inferior
Coco	Fibras longas	Pó residual não peneirado – umidade aprox.: 80% em massa	Desprezível
		Fibra curta	Parcial
		Refugo de fibra longa	Nulo
Coco	Fibras longas e médias	Fibras curtas (1-3 cm)	Parcial: filtros, mantas, tapetes e substrato agrícola
Coco	Fibras longas e curtas	Pó misturado com fibrinhas – umidade aprox.: 80% em massa	Parcial: o pó (50% em massa) é utilizado como substrato agrícola
Rami	Fibra bruta de 1ª para tecelagem	Resíduo do amaciamento	Substrato de uso agropecuário
Rami	Fibra bruta de 2ª para tecelagem	Resíduo do amaciamento	Substrato de uso agropecuário
Banana	Fruta de mesa e para indústria	Fibra do pseudocaule - base seca	Substrato de uso agrícola
Malva	Fibra bruta limpa	Fibra tipo 4	Tecelagem e fiação, com baixo rendimento

FONTE: Savastano et al. (1997).

Entre os objetivos específicos do trabalho, destacam-se: o estudo de disponibilidade de fibras vegetais e de outros resíduos agroindustriais no Brasil, quantidades técnicas de obtenção, interesse para a construção civil, preço e existência de outros mercados consumidores. Destacam-se ainda a pesquisa e a avaliação de processos construtivos existentes para cobertura de baixo custo e que atendam aos requisitos de conforto e segurança.

Outros estudos importantes na área de produtos químicos e materiais industriais foram realizados por pesquisadores de grandes instituições internacionais, como a Universidade de Laval, a Universidade de Sherbrooke e a Universidade de Quebec, entre outras. Essas instituições têm desenvolvido várias pesquisas sobre a utilização das fibras naturais como matérias-primas valiosas para a produção de diferentes compósitos, procurando descobrir novas oportunidades de mercado. Entre elas, merecem destaques:

- Materiais compósitos à base de resinas termoplásticas e de fibras de madeira transformada. Um procedimento combinando uma reação química com temperaturas elevadas, em conjunto com outros materiais, tem permitido fabricar compósitos de qualidade superior a partir de resinas termoplásticas, recicladas ou não, e de fibra de madeira transformada.
- Produção de biomassa lignocelulósica a partir de culturas de curta rotação. Algumas culturas intensivas de curta rotação (como a cultura de plantas que crescem em lugares úmidos) constituem em uma maneira ecológica de produzir biomassa lignocelulósica, podendo esta ser convertida em energia ou servir de matéria-prima para a indústria de massas (pastas) e também de papéis ou outros materiais. Esse tipo de cultura permite igualmente valorizar as terras degradadas e abandonadas pela agricultura. Esse tipo de cultura chega a alcançar normalmente rendimentos anuais em torno de vinte ou mais toneladas de matéria seca por hectare. A utilização de usinas municipais de depuração de lodo como fertilizante confere uma vantagem suplementar à tecnologia, capaz de contribuir para a reciclagem de importantes quantidades desse material dentro de um novo conceito integrado.

- O “craqueamento com reação a vapor” aplicado a um novo tipo de indústria: as biorrefinarias. Na separação dos constituintes das fibras de madeira e de plantas, o fracionamento com alta pressão de vapor ou craqueamento vem permitir a valorização da celulose, das hemiceluloses, de lignina e de diversos produtos de extração dentro de diversos setores industriais (agroalimentar, farmacêutico, biomateriais, etc). Assim, a tecnologia é chamada a contribuir para o progresso de um novo tipo de indústria: as biorrefinarias. Ao transformar esses compostos através do craqueamento, essas indústrias com “efluente zero” poderão fabricar toda uma gama de produtos de alto valor agregado: produtos de química fina, derivados oxi-aromáticos, etc.
- Fabricação de placas de revestimento (*panneaux*) - Desenvolvimento de adesivos fenolformadeildo à base de lignina modificada. Os pesquisadores do Departamento de Ciências da Madeira, da Universidade de Laval, implantaram um procedimento que permite aumentar a taxa de incorporação da lignina dos adesivos fenolformadeildo utilizadas pelos fabricantes de placas de revestimento (aglomerados). Realizada a partir de procedimentos termoquímicos, essa nova receita de fabricação de adesivos permite acreditar que brevemente as empresas que produzem esse tipo de revestimento possam melhorar a confiabilidade, a qualidade e a rapidez de suas técnicas de fabricação.

As fibras têxteis são normalmente divididas em dois grupos, conhecidos como “fibras naturais” e “fibras fabricadas pelo homem”. As fibras naturais podem ser ainda subdivididas em duas categorias: fibras animais, como a seda e a lã, e fibras vegetais (algodão, juta, linho, rami, coco, sisal entre outras). As fibras que não são encontradas na natureza são chamadas de fibras fabricadas pelo homem. Podem também ser classificadas em duas categorias: orgânicas e inorgânicas. As fibras orgânicas podem também ser subdivididas em “totalmente sintéticas” (como o nylon, poliéster e acrílico) e “semi-sintéticas” (fabricadas a partir de polímeros naturais e modificadas quimicamente), como rayon, acetato de celulose e triacetato de celulose. As fibras inorgânicas mais conhecidas são o carbono, a sílica e a fibra de vidro.

CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS TÊXTEIS

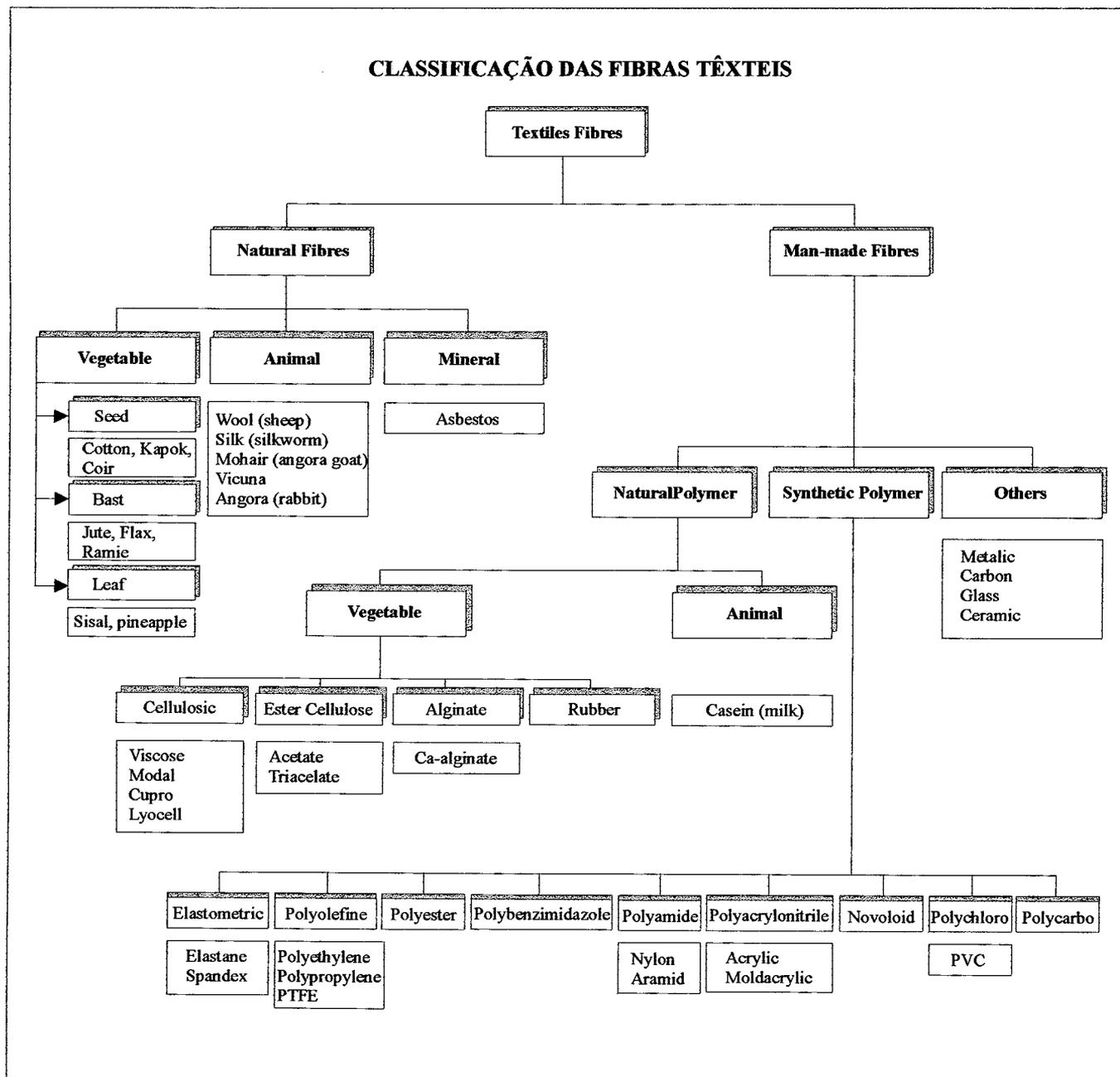


Figura 5: Classificação das fibras têxteis.
 FONTE: Baley, et al. (1997).

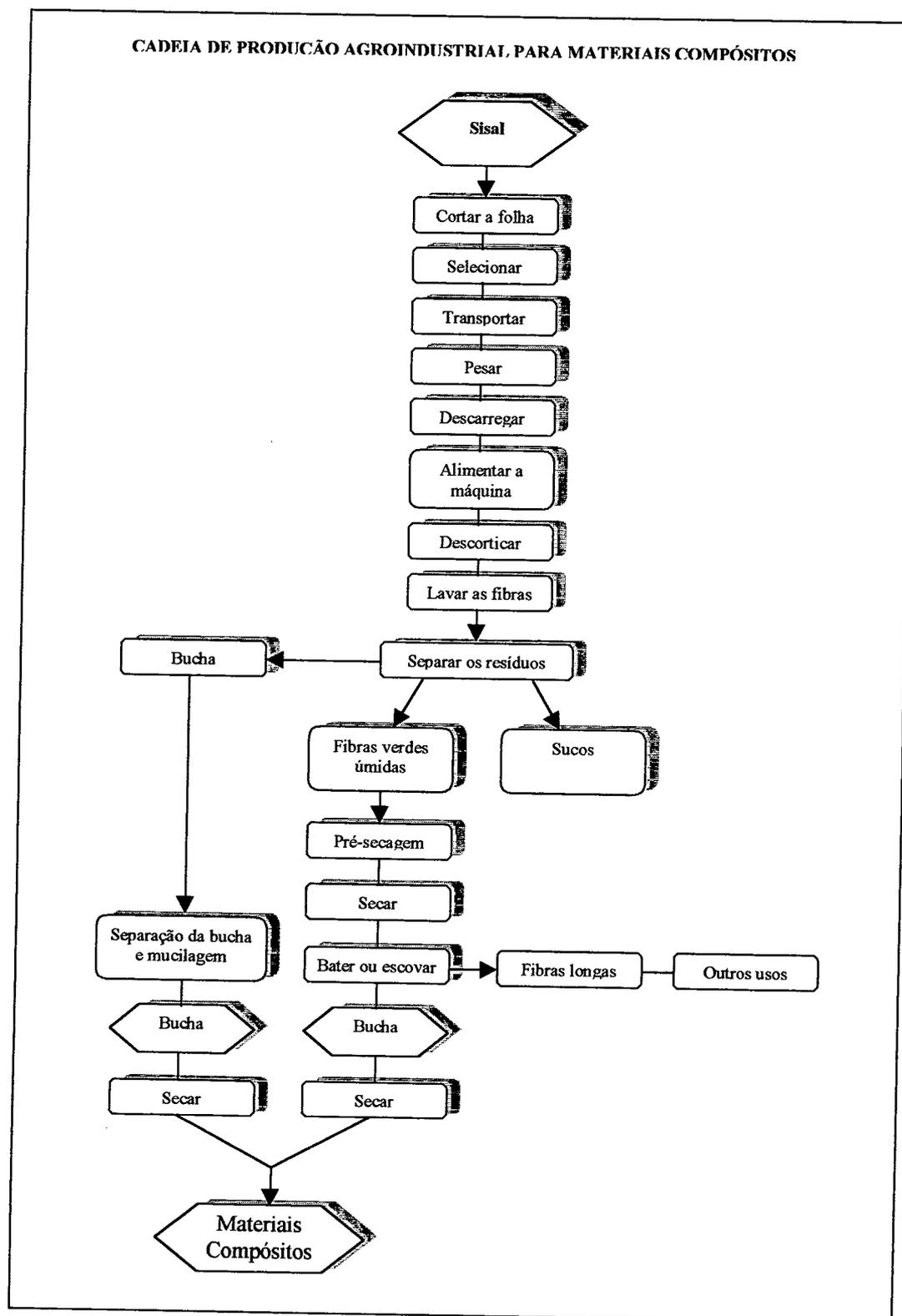


Figura 6: Cadeia de produção agroindustrial para materiais compósitos.
 FONTE: Dados da pesquisa direta.

A utilização de fibras naturais em diferentes materiais compósitos tem desencadeado uma série de pesquisas importantes tanto na área de produtos químicos, como na área de materiais industriais. De maneira geral, os trabalhos apontam para a emergência de novos produtos e processos, bem como de novas tecnologias de produção. Por fim, deve ser ressaltado o potencial de aplicação das fibras naturais em diferentes mercados, como é o caso dos setores automobilístico, geotêxtil, agrotêxtil, médico e tantos outros.

6.1.3. Aproveitamento do suco do sisal como fonte industrial de esteróides

Os esteróides produzidos no mundo podem ser agrupados convenientemente do seguinte modo: andrógenos (hormônios sexuais masculinos), estrógenos e progesteronas (hormônios sexuais femininos) e corticosteróides.

Drogas esteroidais possuem uma vasta gama de aplicações e são usadas como anti-inflamatórios e agentes anticancerígenos, tratamento de desordens por deficiência hormonal, como contraceptivos orais e agentes anabólicos.

Segundo Dias et al. (1991), a indústria de hormônios esteroidais empregou no passado substâncias de origem animal como o colesterol e os ácidos biliares, como material de partida para a síntese de hormônios sexuais (esterona, progesterona, testosterona, etc.) e adrenocorticais (cortisona, aldosterona, etc.).

A premente busca por fontes alternativas de matéria-prima para a síntese de hormônios esteroidais resultou, no final da década de 40, no desenvolvimento das sapogeninas esteroidais de plantas com possibilidades inusitadas. As sapogeninas esteroidais são de considerável importância econômica como precursoras de muitos esteróides farmacologicamente ativos, inclusive anticoncepcionais de via oral, de corticosteróides e de hormônios sexuais. A sapogenina de maior importância econômica é

a diosgenina, cuja extração comercial é feita quase sempre que inteiramente das espécies dioscóreas . Entretanto, a indústria baseia-se na coleta de plantas, que estão se tornando raras em algumas áreas e a cada dia se torna mais difícil e mais dispendioso explorar as fontes selvagens inexploradas anteriormente.

Outra sapogenina esteroidal obtida comercialmente é a hecogenina, a qual é extraída do suco do sisal, o produto descartado durante o processo de desfibramento das folhas da agave sisalana Perrine. Devido ao grupo ceto no C-12, a hecogenina não é apropriada para a manufatura de anticoncepcionais de uso oral, mas é o ideal para a síntese de corticosteróides.

O consumo mundial de esteróides assume na época atual grandes proporções. O movimento mundial de venda de hormônios sexuais, drogas antiinflamatórias, anovulatórios e outros medicamentos de natureza esteroidal é da ordem de bilhões de dólares por ano.

Por volta de 1940, com o trabalho pioneiro de Marker, surgiu o primeiro processo industrial para a síntese de hormônios esteroidais, a partir da diosgenina isolada de tubérculos do gênero dioscórea (espécie de inhame), notadamente *D.Composita* e *D.Floribunda*, espécies selvagens encontradas no México.

Apesar da crescente demanda por diosgenina ocorrida nos anos seguintes, um impasse começou a surgir: o extrativismo predatório da produção mexicana fez com que o país não acompanhasse o crescimento da demanda mundial de hormônios e isso concorreu para que a produção de diosgenina perdesse seu lugar de destaque na economia mexicana.

Nesse sentido, Gerez (1981) afirma que a rebeldia das dioscóreas selvagens ao cultivo intensivo e as restrições do México à exportação dos tubérculos e de diosgenina pura levaram os grandes laboratórios a procurar novas fontes de matérias-primas.

A Companhia Syntex, de origem mexicana, foi a primeira indústria de hormônios esteroidais. Com a redução de exploração das dioscóreas pelo México, os laboratórios começaram a partir para a busca de outras matérias-primas que pudessem oferecer esteróides, tanto a partir de processos biotecnológicos (oxidações biológicas em posições estratégicas da molécula de partida), como através do uso de outras fontes renováveis e abundantes.

A Glaxo Britânica partiu para explorar a sua tecnologia química de síntese parcial de hormônios esteroidais a partir de substâncias isoladas no suco do sisal. Foi assim que se deu início à utilização de sapogeninas encontradas nas plantas, como uma matéria-prima para a fabricação de fármacos tão importantes.

A sapogenina é um constituinte das saponinas, encontradas no suco de determinadas plantas, entre elas a agave sisalana. Entre as sapogeninas, a hecogenina é a mais importante para a síntese de corticóides. Ela é usada como matéria-prima na produção de hormônio cortical, como cortisona, cortisol, prednisolone, prednisone, dexametasona, betametasona e outras.

A aplicação de sapogeninas encontradas em plantas da família amarilidácea, dioscórea, liliácea, etc., como matérias-primas para fabricação de hormônios sexuais e do córtex supra-renal, estimulou algumas pesquisas científicas voltadas para a obtenção de processos cada vez mais econômicos na síntese industrial de esteróides. A Glaxo Britânica desenvolveu pelo menos parte da sua produção de hormônios com base na hecogenina do suco do sisal proveniente das plantações da Tanzânia.

O aproveitamento da hecogenina a partir do sisal como alternativa de diversificação do setor agrícola brasileiro foi feita pelo professor Carl Djerassi, da Universidade de Stanford, em 1966. A partir daí, nasceu a primeira tentativa nacional de uma indústria de hormônios esteroidais.

Com base nos estudos de Gerez (1981), o CNPq propiciou recursos para o projeto de instalação de uma usina-piloto para a obtenção da hecogenina. Projeto nesse sentido foi elaborado, ainda em 1966, pelo Instituto de Tecnologia Agrícola e Alimentar do Ministério da Agricultura, recebendo a numeração ITA 4/66.

Os trabalhos de Marker (1940) sobre as sapogeninas existentes em plantas da família das liliáceas, amarilidáceas e discoriáceas fizeram surgir novas substâncias mais abundantes e mais adequadas para a síntese de hormônios esteroidais.

A usina-piloto foi montada na fazenda Zabelê, no Rio Grande do Norte, e começou a operar em 1971. A iniciativa despertou o interesse de grupos estrangeiros ligados ao setor: a Glaxo Britânica e a Dow Química, através da subsidiária Laboratórios Lepetit, durante o período de 1971 a 1974, mantiveram contatos com vários produtores da região.

No período de 1972 a 1974, a Lepetit realizou uma experiência-piloto sobre o processo de extração e purificação da hecogenina, ficando constatada posteriormente a sua viabilidade técnica. No entanto, a experiência do projeto em escala industrial não se consolidou e os grupos estrangeiros resolveram realizar pesquisas na Tanzânia.

Diversos pesquisadores assinalaram a presença da hecogenina nas folhas da agave sisalana. Deve-se, entretanto, a Callow et al. (1951) a descoberta de que a hecogenina poderia ser isolada a partir do suco existente nas folhas. Coube a Spensley descrever o aumento do teor em hecogenina com a idade da plantas e aplicar vários conhecimentos sobre o comportamento e separação da hecogenina no processo industrial. Dawidar et al. (1961) aprofundaram os estudos sobre o teor de sapogeninas esteroidais nas folhas de sisal em vários estágios de crescimento e descobriram que, nas folhas maduras e velhas, existe um percentual de hecogenina superior ao das plantas mais jovens.

Os hormônios hoje consumidos são produtos de transformação – de síntese parcial – cuja matéria-prima é de origem vegetal ou animal. A matéria-prima que até recentemente

predominava no panorama mundial era a diosgenina, ácido cólico, estigmasterol, colesterol, etc. A hecogenina ainda não ocupa um lugar relevante como matéria-prima para a síntese de esteróides, pois, como ponto de partida, apresenta o inconveniente de ter sua molécula totalmente saturada. Esta característica obriga a incluir etapas adicionais de rendimento não muito satisfatórias na cadeia de transformações químicas que levam aos hormônios.

Com os trabalhos de Marker (1940) sobre as sapogeninas existentes em plantas da família das liláceas, amarilidáceas e dioscóreas, surgiram novas substâncias mais abundantes e mais adequadas para a síntese de hormônios esteroidais.

Como fonte inicial para a síntese de hormônios, a hecogenina apresenta sua molécula totalmente saturada. Isso faz com que se devam incluir algumas etapas adicionais na cadeia de transformações químicas. No entanto, segundo Sharapin (1980), existe uma carbonila no carbono C₁₂, a qual pode ser transposta para o carbono C₁₁. A facilidade de transformação torna a hecogenina particularmente interessante para a síntese de hormônios corticóides, todos oxigenados na posição H do anel C.

As transformações químicas da hecogenina compreendem:

- degradação da cadeia lateral da hecogenina na parte da didroxiacetona necessária;
- transposição do oxigênio do C₁₂ para o C₁₁;
- geração do sistema 3-ceto-4 ene.

É muito amplo o campo de aplicação dos produtos de base esteroidal. A utilização dessas drogas tem um largo espectro, desde vitaminas (vitamina-D), hormônios sexuais, progesteronais, adrenocorticais, antiinflamatórios, antibióticos, hormônios de mutação de insetos até substâncias de ação cardíaca.

A equipe do Laboratório de Tecnologia Farmacêutica da UFPB, coordenada pelo professor Yang (1984), desenvolveu um processo para a produção de hecogenina a partir da fermentação anaeróbica do suco do sisal, empregando a fermentação anaeróbica desencadeada pela inoculação no suco de sisal purificado de microorganismos encontrados no rúmen, empregando como suporte uma solução alcalina. O processo estabelece o ajustamento do pH da massa, paralelamente à diluição de CO_2 isento de O_2 no meio de cultura para geração de uma atmosfera sem a presença de O_2 , prescrevendo igualmente a preservação de uma temperatura de 37°C e uma agitação no nível de 50-70 rpm durante o período da fermentação. As sapogeninas (hecogenina, tigogenina) são isoladas por recristalização, utilizando-se um solvente misto de acetato de etila e cicloexano (1:1).

O processo de produção de hecogenina a partir da fermentação anaeróbica do suco do sisal inicia-se pela limpeza do suco bruto (contendo, inclusive, fibras), obtida por uma passagem do suco através de prensa centrífuga automática de Yang. Recomenda-se a esterilização prévia de todas as peças que entrarão em contato com a massa fluída ao longo das operações do processo, através de borrifo com solução de hipoclorito de sódio concentrado no nível de 20-30 p.p.m.

O fluxograma apresentado na Figura 7 indica a seqüência das operações que compõem o processo, destacando-se os resultados quantitativos obtidos sobre uma massa de 1000k de suco processado.

Após a limpeza do suco, adicionam-se à massa fluída dois litros de suspensão salina a 0,9%, contendo 400 g. de rume (suplementada com os nutrientes cisteína, HCl 0,25 g/l de suco e $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ à razão de 0,25g/l de suco), atentando-se para misturá-los uniformemente.

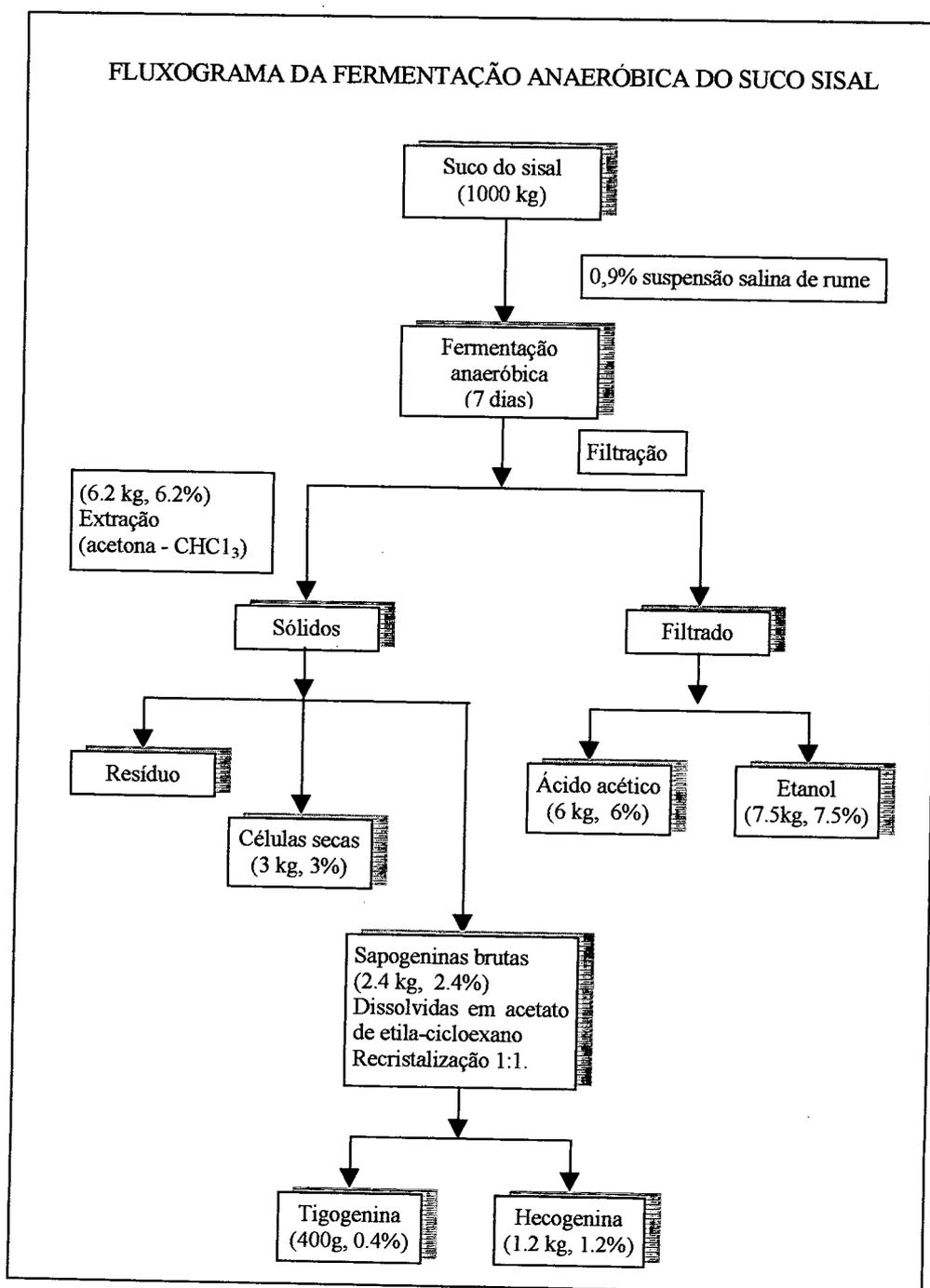


Figura 7: Fluxograma da fermentação anaeróbica do suco sisal.
Fonte: Yang (1984).

Outro trabalho realizado por Gerez (1981) apresenta também resultados interessantes sobre o processo de obtenção do acetato de hecogenina a partir da expressão do suco da agave sisalana.

A hecogenina representa a aglicona da saponina presente nas folhas do sisal, denominada heconina. Esta tem na nomenclatura sistemática a designação de 3β -OL- 5α , 22 a-espirostano-12-ona, com a fórmula bruta $C_{70}H_{102}O_4$ e peso molecular 430,61.

O trabalho desenvolvido por Gerez (1981) apresenta os seguintes resultados com relação ao processo de obtenção do acetato de hecogenina: A folha do sisal é constituída de 60% de "suco" que, no processo de desfibramento, é rejeitado juntamente com o "bagaço" (30%) da folha. A fibra longa representa apenas 3% a 4% do peso da folha. É no suco que se encontra a hecogenina em teores que variam, de acordo com a época do corte, entre 0,6 g/l e 1,0g/l. Levando-se em conta que o número de plantas por hectare é de 3.000 e que durante a colheita são cortadas em média 25 folhas por planta, com peso médio de 500 g, um hectare plantado produzirá pelo menos:

$$3.000 \times 25 \times 0,5 \times 0,6 \times \frac{0,6}{100} = 13,5 \text{ kg de hecogenina/ha}$$

Em linhas gerais, o processo para obtenção de hecogenina acetato pode ser resumido nas seguintes etapas:

- Expressão do suco do "bagaço" proveniente do desfibramento das folhas de sisal.
- Autólise (fermentação) do suco, determinando a hidrólise parcial das saponinas. O produto desta hidrólise por "coagulação" se deposita no fundo dos tanques sobre a forma de "slurry" que, quando seco, denomina-se DSS (*dried sisal sediment*).
- Obtenção do AHS (*acid hydrolyzed sediment*) pela hidrólise ácida total do DDS.
- Extração das sapogeninas do AHS.
- Acetilação das sapogeninas - acetato de hecogenina bruto.
- Purificação do acetato de hecogenina.

Tomando-se como base de cálculo a obtenção de 1 kg de acetato de hecogenina, pode-se exemplificar o processo no diagrama a seguir.

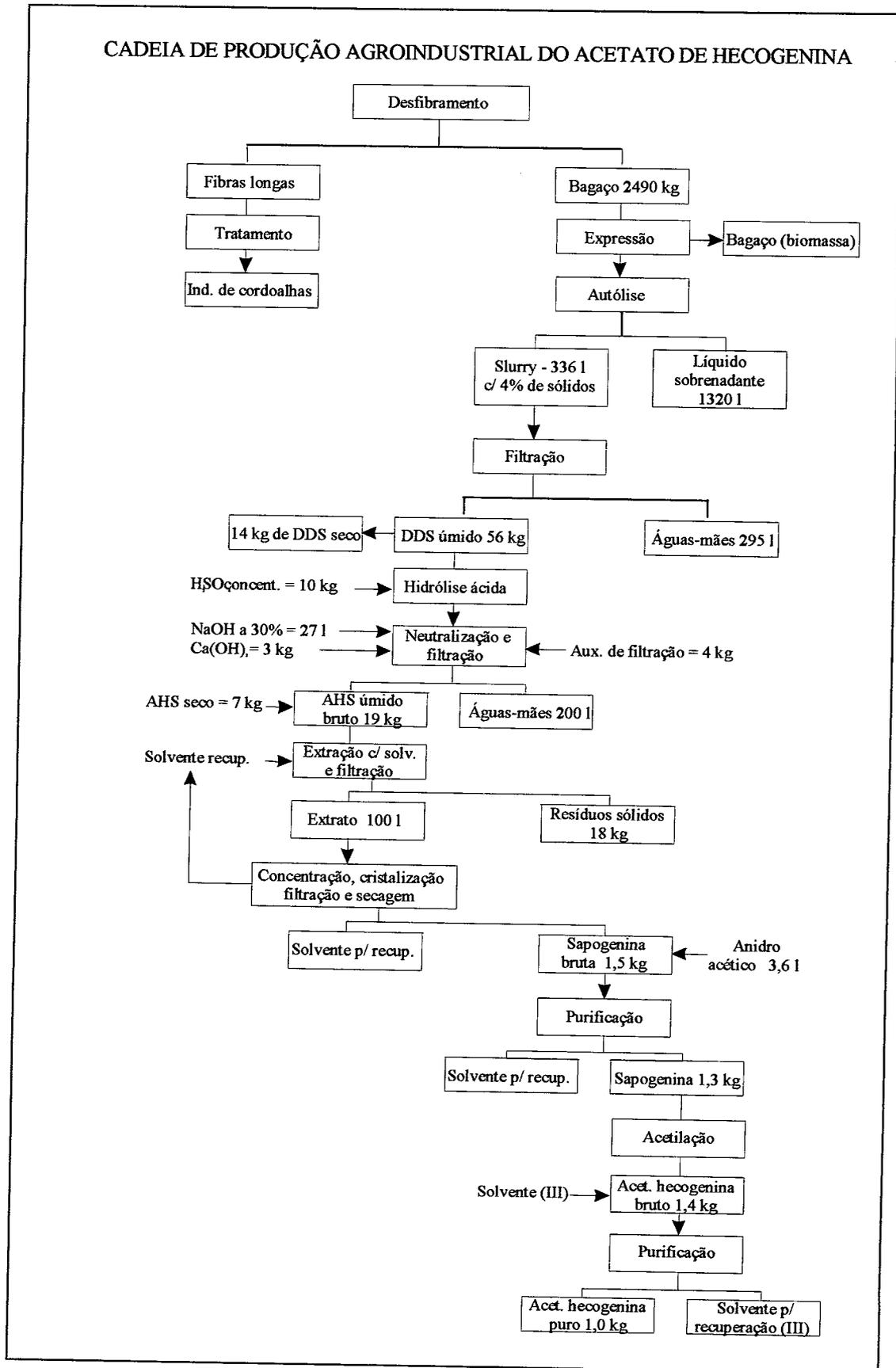


Figura 8: Cadeia de produção agroindustrial para o acetato de hecogenina.
 FONTE: Gerez (1981).

6.1.4. Utilização do sisal e seus subprodutos na nutrição animal.

A utilização dos resíduos do sisal para alimentação animal é uma prática que já vem sendo adotada pelos pequenos produtores rurais há muitos anos, só que de forma bastante inadequada. Observa-se que, depois do desfibramento, é comum bovinos, ovinos e caprinos alimentarem-se espontaneamente dos resíduos em estado ainda fresco. Entretanto, quando utilizado na forma natural, o alimento tem provocado sérios riscos ao animal. Por isso, é necessário que se retire a bucha da mucilagem.

Vários estudos vêm sendo realizados no sentido de aprofundar maiores conhecimentos sobre os componentes desses resíduos, de forma a fornecer ao animal um alimento muito mais nutritivo e equilibrado. No Brasil, já existem muitos estudos que tratam da viabilidade da mucilagem como suplemento alimentar animal, podendo-se citar: Figueiredo (1974), Peixoto et al. (1977) e Paiva et al. (1986). Todos mostram a importância de se utilizar esse suplemento valioso, associado a outros ingredientes, para tornar mais rica a dieta animal.

Para que possa ser utilizada de forma correta na alimentação animal, a mucilagem deve estar isenta de fibras, pois elas dificultam a digestão e podem ocasionar a oclusão do rúmen do animal em função da não-degradação da fibra bacteriana, fenômeno esse também conhecido como timpanismo.

O processo de obtenção da mucilagem é bastante simples e também economicamente viável. Para realizar a separação da bucha da mucilagem, a EMBRAPA Algodão desenvolveu uma peneira rotativa, cuja finalidade é exatamente oferecer ao produtor de sisal pecuarista um equipamento de concepção simples e baixo custo, já mencionado anteriormente no capítulo sobre considerações tecnológicas.

Os trabalhos realizados com a mucilagem no Brasil mostram que ela deve ser usada sempre de forma associada com outros ingredientes e nunca de forma isolada, evitando-se

que o animal apresente alguns problemas de características nutricionais, bioquímicas e fisiológicas.

Entre as pesquisas mais importantes realizadas nos últimos anos, destaca-se o trabalho desenvolvido pela Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - EMEPA, em conjunto com a EMBRAPA Algodão. Trata-se de estudos sobre a utilização da folha picada, mucilagem e pseudocaule do sisal como alimento para bovinos e ovinos. Foram utilizados vinte animais de cada espécie nos testes realizados na base física da EMEPA, no Município de Pendência-PB.

Os primeiros resultados da pesquisa dizem respeito às análises bromatológicas dos seguintes ingredientes: farelo de trigo + uréia, palma forrageira, folhas picadas do sisal, mucilagem fanada e pseudocaule do sisal, que foram realizadas no centro de Ciências Agrárias da UFPB, Campus de Areia. Esses resultados mostraram a importância dos vários nutrientes em cada uma das amostras realizadas como, por exemplo: matéria seca total (MST), matéria orgânica (M), matéria mineral (MMO), extrato etéreo (EE); fibra bruta (FB), proteína bruta (PB) e extrativos nitrogenados.

Observando-se os resultados das análises realizadas, verifica-se que a mucilagem apresenta um percentual de proteína bastante satisfatório quando comparado aos outros ingredientes analisados.

QUADRO 14: Análise bromatológica de diversos ingredientes utilizados na alimentação de bovinos e ovinos. Areia/PB-1995.

Nutriente	Farelo de trigo+uréia	Palma forrageira	Folha picada a	Folha picada de	Folha picada de	Mucilagem fenada	Pseudo-caule picado
			2 cm	2 a 4 cm	4 a 6 cm		
MST	87,6	5,8	12,7	14,9	12,8	82,7	20,0
MO	93,7	87,0	91,0	91,9	91,1	72,9	84,6
MM	6,3	12,9	9,0	8,7	8,8	20,1	5,4
EE	3,9	3,5	3,2	3,2	3,3	2,0	2,6
FB	11,2	13,8	33,0	22,1	29,9	20,4	11,8
PB	20,6	6,1	8,2	5,9	5,9	10,8	4,6
ENN	57,9	63,6	46,6	60,1	52,0	40,7	75,7

FONTE: EMBRAPA-CNPA (1995).

MST= matéria seca total;

FB= fibra bruta ;

MO= matéria orgânica;

PB= proteína bruta;

MM= matéria mineral;

ENN= extrativos não-nitrogenados.

EE= extrato etéreo;

Os bovinos e ovinos alimentados com diferentes tipos de rações foram observados durante 196 dias na estação experimental de Soledade/PB. Ficou comprovado que os animais alimentados com o pseudocaule do sisal apresentaram ganhos de peso diários significativos.

QUADRO 15: Dados médios de ganho de peso diário (GPD) de bovinos e ovinos alimentados com a folha da agave e outros ingredientes. Soledade/PB-1995.

TRATAMENTO	ANIMAIS	
	BOVINOS	OVINOS
	Ganho de peso diário (g/dia)	Ganho de peso diário (g/dia)
100% folha de sisal cortada em diferentes tamanhos	460 b	2 b
70% folha sisal cortada 2cm+30% de palma forrageira	563 b	3 b
70% folha de sisal cortada 4 cm + 30% de palma forrageira	470 b	3 b
70% mucilagem + 30% de palma forrageira	285 c	5 b
70% pseudo caule do sisal + 30% de palma forrageira	754 a	10 a

FONTE: EMBRAPA - CNPA (1995).

Médias acompanhadas de letras iguais na coluna não se diferenciam estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

Em todos os tratamentos, foram adicionados 2,0 kg de farelo de trigo, acrescidos de 2,0% de uréia/animal/dia. Os animais arraçoados com o pseudocaule do sisal foram submetidos a exames de sangue para identificar as possíveis influências fisiológicas das rações sobre o seu organismo. Nessas amostras, foram medidos os valores plasmáticos de cálcio, fósforo, creatinina, proteína totais e uréia.

QUADRO 16: Dados médios de proteína, fósforo, creatinina, cálcio e uréia do plasma sanguíneo de bovinos alimentados com folhas, mucilagem e o pseudocaule do sisal, durante o período de 168 dias. Soledade/PB-1995.

TRATAMENTO	PLASMA SANGÜÍNEO				
	Proteína	Fósforo	Creatinina	Cálcio	Uréia
100% folha de sisal cortada em diferentes tamanhos	6,77 b	8,77	3,06	10,19	28,92 a
70% folha sisal cortada 2cm+30% de palma forrageira	6,69 b	8,27	3,12	9,91	23,21 b
70% folha de sisal cortada 4 cm + 30% de palma forrageira	6,81 b	8,54	3,22	10,26	24,25 b
70% mucilagem + 30% de palma forrageira	7,56 a	8,84	3,31	10,59	32,20 a
70% pseudocaule do sisal + 30% de palma forrageira	6,68 b	8,63	2,95	10,23	22,58 b

Fonte: EMBRAPA – CNPA (1995).

Médias acompanhadas de letras iguais na coluna não se diferenciam estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

Os resultados mostraram que a administração das rações nas proporções corretas não causava efeitos deletérios ao metabolismo dos animais. A pesquisa mostrou também os resultados obtidos referentes ao consumo médio diário, com base em matéria seca, ganho de peso médio diário e conversão alimentar, durante os 196 dias em que os animais foram observados.

De todos os tratamentos oferecidos, observa-se que a folha picada a 2 cm, a mucilagem fenada e o pseudocaule foram as rações que mais apresentaram valor de consumo entre os bovinos (ver Quadro 17).

QUADRO 17: Consumo médio diário (CMD) durante um período de 196 dias. Soledade/Pb-1995.

TRATAMENTO	CONSUMO MÉDIO DIÁRIO	
	BOVINOS (kg/dia)	OVINOS (kg/dia)
100% folha de sisal cortada em diferentes tamanhos	3,35 a	0,81 a
70% folha sisal cortada 2cm+30% de palma forrageira	4,41 b	0,89 a
70% folha de sisal cortada 4 cm + 30% de palma forrageira	3,71 b	0,79 a
70% mucilagem + 30% de palma forrageira	4,30 ab	1,85 b
70% pseudocaule do sisal + 30% de palma forrageira	5,39 b	1,41 ab

FONTE: EMBRAPA – CNPA (1995).

Médias acompanhadas de letras iguais na coluna não se diferenciam estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

Outros estudos foram realizados para verificar o ganho de peso dos animais alimentados em cocho, num período de 140 dias. Nesse grupo, verificou-se a introdução de outros tratamentos que incluíam a algaroba e também os rebentões de sisal picados.

Observou-se que o tratamento com rebentões picados adicionados a 2 kg de farelo de algaroba proporcionou o mesmo ganho de peso diário (138 g) que o tratamento com a mucilagem fenada acrescida de 2 kg de algaroba e 30% da palma forrageira.

QUADRO 18: Dados médios de ganho de peso diário (GPD) de bovinos e ovinos alimentados com a folha da agave e outros ingredientes após 140 dias de experimentação. Soledade/PB-1995.

TRATAMENTO	ANIMAIS
	BOVINOS
	Ganho de peso diário (g/dia)
Rebentões de sisal picados	14 b
70% folha sisal cortada 2cm+30% de palma forrageira e 2kg de farelo de algaroba	75 b
Rebentões de sisal picados + 2 kg de farelo de algaroba	138 a
Mucilagem fenada + 30% de palma forrageira + 2 kg de farelo de algaroba	138 a
70% de folha de sisal cortada a 2 cm + 30% de palma forrageira	42 b

FONTE: EMBRAPA – CNPA (1995).

Médias acompanhadas de letras iguais na coluna não se diferenciam estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

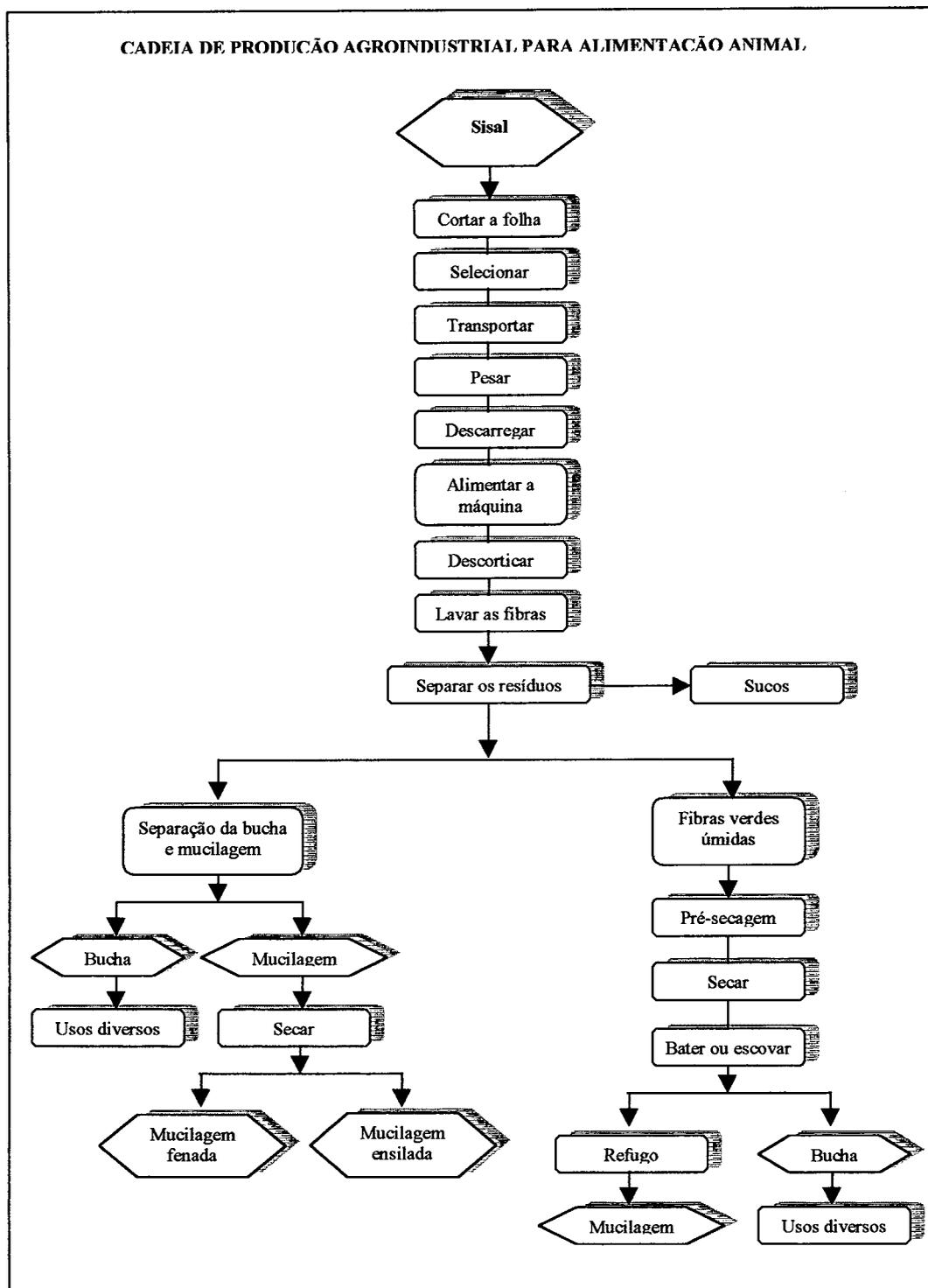


Figura 9: Cadeia de produção agroindustrial para nutrição animal.
 FONTE: Dados da pesquisa direta.

6.1.5. Estrutura, propriedades e aplicações das fibras naturais em tapetes, carpetes e geotêxteis

a) Utilização de fibras naturais em tapetes e carpetes

O uso de fibras naturais em revestimentos é muito antigo, porém aqueles materiais primitivos não oferecem mais a beleza e a elegância dos produtos fabricados atualmente. A introdução de modernas tecnologias, aliadas ao talento humano, fez com que as fibras naturais ganhassem uma nova dimensão de mercado.

A qualidade dos materiais feitos com fibras naturais é realmente indiscutível. Eles oferecem uma alternativa prática, atrativa e saudável para o consumidor. Novas tecnologias têm contribuído para tornar as fibras naturais em matérias-primas de altíssima qualidade. Pode-se afirmar que os revestimentos que hoje se apresentam no mercado chegam a surpreender pela sofisticação, beleza e diversidade de estilos.

O emprego de fibras naturais como sisal, coco, algodão e juta em revestimentos de parede, tapetes e carpetes tem se tornado bastante diversificado no mundo inteiro. Não existem mais aqueles produtos tradicionais colocados nos *show rooms*, e sim materiais de decoração com fino acabamento e produzidos de forma muito especial. Além disso, apresentam uma variedade de tamanhos, modelos, padrões e estilos que são verdadeiras obras de arte, capazes de satisfazer os consumidores mais exigentes.

Tapetes, carpetes e revestimentos de parede são elementos de decoração que podem mudar totalmente o visual de qualquer ambiente, tornando-o mais bonito e aconchegante. Arquitetos e decoradores em vários países têm descoberto a imensa versatilidade das fibras naturais. Esses materiais não estão apenas em moda, mas oferecem muito espaço para criações individuais seja em peças pintadas, bordadas ou estampadas, e com diferentes aplicações.

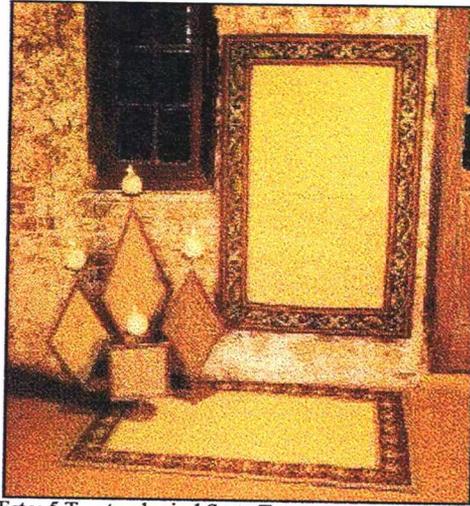


Foto: 5 Tapetes de sisal Santa Teresa

A empresa Designer Flooring Ltd., fabrica cinquenta modelos diferentes apenas com o sisal. Na mistura com outras fibras, ele entra ainda em composição com a lã (80% de lã e 20% de sisal) e também com o algodão e a juta, permitindo assim uma família de produtos de longa duração. As peças recebem tratamento especial contra manchas, ácaros, bactérias, mofo e fungos.

Entre as maiores companhias exportadoras de tapetes e carpetes de fibras naturais, está a empresa indiana D.C. Mills. O grupo possui ao todo seis empresas que operam com máquinas modernas e sofisticadas importadas da França e da Alemanha. Sua linha de produtos é bastante diversificada, oferecendo uma variedade de peças ornadas com barras de gobelim e também barras lisas, bordadas, para contrastar com a beleza das fibras.

Entre os produtos de altíssima qualidade, estão os da empresa italiana Dima Decori. Ela possui uma linha exclusiva de tapetes de sisal onde é possível apreciar peças delicadamente trabalhadas de forma artesanal. Para essa linha de produtos, os artesãos criam peças exclusivas com *designs*, cores e tamanhos variados, oferecendo uma mistura perfeita da natureza com elegância e simplicidade.

Os revestimentos e tapetes feitos com sisal tornaram-se muito procurados nos últimos anos, tanto pela sua beleza rústica como pela diversidade de texturas e cores atraentes. É grande o número de empresas fabricantes de revestimentos, tapetes e carpetes

à base de fibras naturais, em especial, do sisal. Muitos produtos ocupam hoje lugar de destaque no mercado mundial, não apenas pelo aspecto estético das peças, mas principalmente porque contribuem para a preservação do meio ambiente.

b) Utilização de fibras naturais em geotêxteis

Durante as últimas décadas, tem-se observado o crescimento de técnicas não-convencionais de produção têxtil. Um aspecto comum dessas novas tecnologias tem sido a eliminação de operações têxteis convencionais para a produção de estruturas denominadas “têxteis não-tecidos”.

Têxteis não-tecidos são materiais produzidos a partir de uma camada fibrosa, podendo esta ser de uma manta de cardas, uma manta fibrosa, um sistema de fibras ou fios estendidos aleatoriamente ou de forma orientada possivelmente combinada com materiais têxteis ou não-têxteis.

A indústria de não-tecidos no Brasil teve início efetivamente nos anos 60 com a Cia Johnson & Johnson, a partir do tecido cardado-resinado (*car binder*) destinado à fabricação de fraldas e absorventes. Por volta de 1970, com o aparecimento da primeira linha de filamento contínuo, a Rhodia S.A avançou na área de cardagem-resinagem por spray (*spray bonded*) para a fabricação de mantas de poliéster utilizadas em edredons, colchas, jaquetas etc. Os anos 80 foram marcados por novas tecnologias de ponta introduzidas pelas multinacionais. De 1990 para cá, os investimentos não pararam. A aplicabilidade desses materiais é bastante diversificada (ver Quadro 19).

QUADRO 19: Principais aplicações finais dos não-tecidos

Absorventes	Colchões	Impermeabilizações de lajes e telhados	Produtos ortopédicos
Agricultura	Construção civil	Isolação acústica	Produtos de uso médico-hospitalar
Automóveis	Decoração	Isolação térmica	Revestimento de piso
Bolsas	Descartáveis hospit.	Malas	Roupas esportivas
Brinquedos	Entretelas	Móveis	Roupas hospitalares
Calçados	Estofados	Paisagismo	Roupas de proteção
Cama	Filtração	Panos p/limpeza	Roupas de proteção industrial
Carpetes	Fraldas descartáveis	Panos umedecidos	Saquinhos de chá
Cigarros	Geotêxtil	Toalhas de mesa	
Cobertores	Gráfica		

FONTE: Textília, nº 9 (1995).

De maneira geral, os geotêxteis são usados para melhorar o desempenho estrutural dos solos. Nesse sentido, são geralmente utilizados para separar, filtrar, drenar e reforçar os solos. A função do geotêxtil é de filtro, permitindo a livre passagem da água ao mesmo tempo em que preserva as características estruturais do solo adjacente.

Para impermeabilizações de canais em terrenos do tipo argiloso, um geotêxtil pode desempenhar a função drenante, imediatamente debaixo da camada impermeável, para eventuais infiltrações de água, a tempo de impedir as possíveis baixas pressões, devidas à variação do nível da camada freática. Em terrenos arenosos, o geotêxtil cria uma zona com estrutura fibrosa-granular na interface geotêxtil-terreno, bloqueando os movimentos migratórios.

Em outros casos, os geotêxteis cumprem a função de proteção de partes construtivas ou de construções inteiras, que desempenham sua função debaixo do solo e que precisam ser pouco impermeáveis ou dispor de sistemas de drenagem perimetral. Os materiais granulares que rodeiam o geotêxtil, ou a membrana impermeabilizante, podem ser substituídos por um geotêxtil que realiza aquelas funções.

Em aterros sobre solos moles e em drenos, o geotêxtil desempenha a função de separação. No aterro, quando colocado sobre o solo mole, impede a perda de material do aterro por aprofundamento no mesmo. No dreno, impede a contaminação do material granular pelo solo adjacente.

Os geotêxteis são ainda utilizados em túneis e galerias impermeabilizados, ou espaços verdes montados sobre superfícies construídas (terraços, jardins e pendentes, etc.). Nesse último caso, o geotêxtil realiza a função de drenagem contínua, permitindo que a umidade da terra seja mantida.

Os geotêxteis podem ser confeccionados a partir de técnicas de tecelagem, tricotagem e têxteis não-tecidos, utilizando matérias-primas naturais ou sintéticas, ou ainda combinadas numa só operação. Os geotêxteis à base de fibras sintéticas também são chamados geossintéticos.

Os geotêxteis naturais podem ser fabricados com palha de cereais, coco, juta, cânhamo, linho, algodão, sisal, fibras de madeira e outras fibras. Estudos realizados pelo USDA (United States Dept. of Agriculture Forest Service) apresentam os seguintes resultados: existe uma grande variedade de materiais lignocelulósicos que podem ser aplicados em geotêxteis biodegradáveis; o mercado para geotêxteis naturais está direcionado para o uso de produtos capazes de trazer grandes benefícios ambientais.

Existe uma diversidade de aplicações para os geotêxteis à base de fibras naturais. As malhas são confeccionadas em densidades, tamanhos e larguras diferentes, dependendo da utilização que vai ser feita. Para que se possa avaliar a sua magnitude, é possível fabricá-los em rolos com 50 cm de comprimento, densidades que variam de 400 a 2307 g/sqm, e largura de 1 a 4 metros.

Por serem altamente resistentes, as fibras naturais possuem longa vida e uma grande capacidade de absorção e sustentação; geralmente levam de 4 a 10 anos para se

decompor. Algumas matrizes com alta densidade são produzidas para enfrentar situações adversas como lugares secos, pantanosos ou ainda congelados. A qualidade dos produtos não se altera e persiste mesmo quando estão submersos.

c) Outras aplicações para os geotêxteis:

- **Reforço de terrenos verticais e de inclinações íngremes.** Durante a construção, as camadas de têxteis e de terra são colocadas alternadamente na estrutura, impedindo o deslizamento.
- **Proteção das margens dos rios e da costa marítima.** Os geotêxteis naturais se adaptam muito bem no controle da erosão (provocada pelo fluxo intermitente de água) em áreas de grandes impactos, como aquelas onde transitam embarcações, como lagos, lagoas, marés, etc.

Nesse caso, as estruturas são utilizadas na zona de contato entre as pedras que revestem as margens dos rios, os canais aquáticos e o solo, para impedir que partículas finas sejam arrastadas durante o movimento da água. Se entre a armadura e o solo da costa não existir o geotêxtil, o ataque das águas do mar conduzirá a um grande impacto sobre a costa. As malhas têm que ser suficientemente fortes para resistir à pressão das pedras, oferecendo funções adequadas de filtração.

- **Remoção de gases da terra na construção de reservatórios.** Os geotêxteis são aplicados na construção de reservatórios, tanques ou depósitos de líquidos, para remoção dos gases liberados pelo solo.

A utilização de geotêxteis em obras de contenção de encostas em geral depende de soluções que contribuam para a conservação da paisagem existente. Por isso, combinam-se

as ações dos geotêxteis com reforços de terra, protegendo a parte que está à vista da obra com uma cobertura vegetal evitando, portanto, a ação erosiva.

Alguns estudos têm mostrado que uma ampla variedade de materiais ligno-celulósicos está sendo utilizada na fabricação de geotêxteis biodegradáveis. Os geotêxteis à base de fibras naturais com o sisal, palha de coco, algodão, juta, cânhamo, entre outras, desempenham funções semelhantes e algumas vezes superiores aos geossintéticos.

O sisal é uma fibra muito importante para a fabricação desses materiais. Os geotêxteis de sisal são produtos totalmente biodegradáveis, sem adição de qualquer material sintético. Além disso, possuem características distintas quando comparados aos geotêxteis convencionais:

- são produtos altamente absorventes, mantendo suas propriedades físicas;
- são recursos renováveis;
- adaptam-se e decompõem-se dentro do ciclo ecológico;
- são fibras altamente resistentes.

Suas estruturas podem ser fabricadas em diferentes pesos e configurações, de modo que cada produto tem um projeto específico, dependendo da sua utilização final. O bom comportamento em tensão e alongamento garante igualmente, em baixo de uma sobrecarga elevada, uma estrutura de filtração que não se modifica com o tempo. Os geotêxteis naturais têm encontrado ainda uma diversidade de aplicações no setor agrícola e em projetos de paisagismo. São os produtos denominados agrotêxteis que oferecem atualmente soluções econômicas e ecológicas incomparáveis.

A empresa *Gurudayal Gangabux Private Limited*, com sede em Calcutá, Índia, tem mais de três décadas de experiência em exportação e manufatura de geotêxteis naturais. A companhia Britânica Hy-TEX é especializada na fabricação de tecidos biodegradáveis voltados para atender as necessidades da engenharia civil, agricultura e paisagismo. A

HY-Tex é a principal fornecedora de geotêxteis elaborados com fibras de juta e de coco, sendo também a única companhia a importar diretamente de fabricantes indianos, com a garantia de qualidade ISO 9001. Bastante conceituada no setor agrícola, a empresa produz agrotêxteis para:

- supressão de ervas daninhas;
- cobertura vegetal;
- proteção de plantações contra o vento e granizo;
- controle de pássaros e insetos, e proteção de frutos perecíveis.

Os geotêxteis fabricados pela AEF - *American Engeneering Fabrics* são estruturas 100% naturais que se decompõem ao final do ciclo ecológico, preservando assim a paisagem natural. As malhas para cobertura apresentam pesos e tamanhos diversos, dependendo da aplicação que vai ser feita.

A utilização de fibras naturais na fabricação de geotêxteis tem-se expandido nas últimas décadas. Estruturas feitas à base de fibras de sisal, coco, algodão, juta, etc., ou ainda com materiais combinados, começam a ganhar mercado frente aos concorrentes sintéticos.

A empresa *Q&Q Exports-international*, situada em Tamil Nadu, Índia, é especializada na exportação dos geotêxteis fabricados pela empresa indiana *Coir Board*. Seus produtos são 100% biodegradáveis e apresentam excelente qualidade (ver Foto 6).

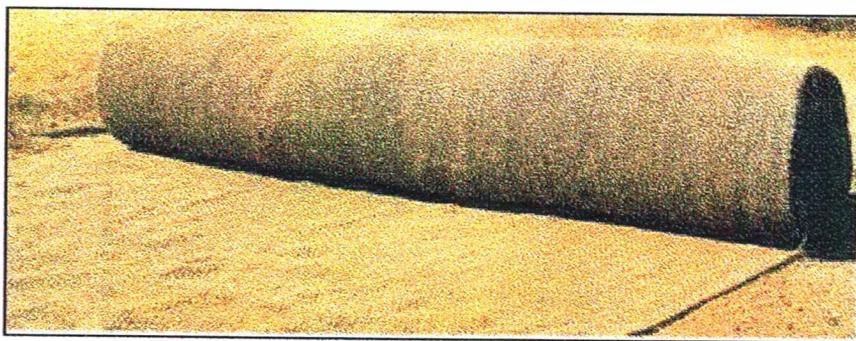


Foto 6: Geotêxteis naturais da Q&Q-Índia.



Foto 7: Geotêxteis em diferentes estruturas.

Pode-se afirmar, portanto, que, nos últimos anos, o desenvolvimento de novas fibras e suas aplicações adquiriram uma nova dimensão, ressurgindo dessa forma em setores em que novas tecnologias e materiais de ponta começam a ser significativos. É o caso da utilização de novos materiais empregados na agricultura, no transporte de mercadorias em geral, na propagação de incêndios, na proteção ambiental entre outros.

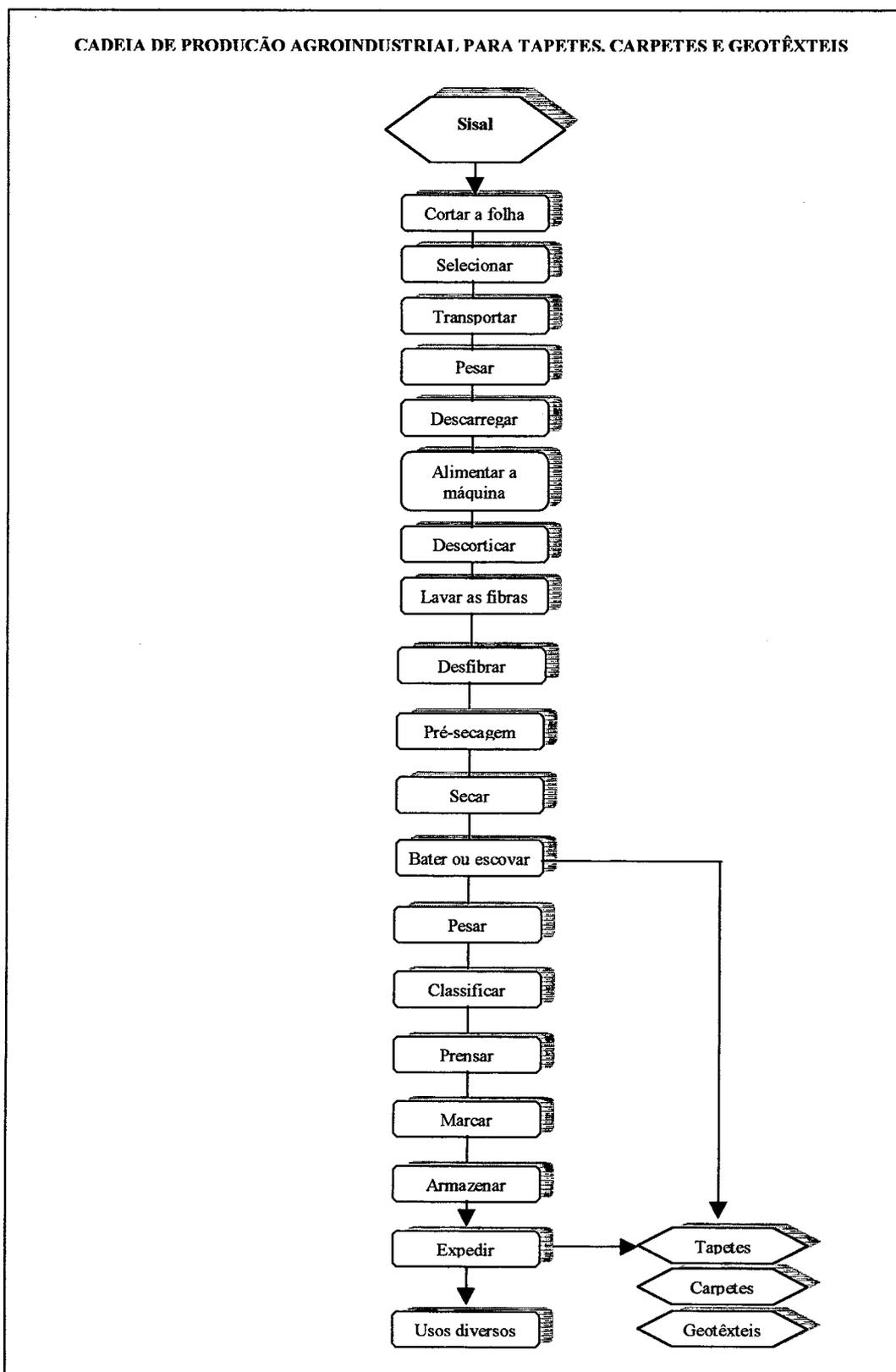


Figura 10: Cadeia de produção agroindustrial para tapetes, carpetes e geotêxteis.
FONTE: Dados da pesquisa direta.

6.2. Perspectiva de ampliação do mercado a partir de novos usos

As novas exigências de uma economia globalizada estão baseadas cada vez mais no desenvolvimento de produtos biodegradáveis e recicláveis. Significa dizer que novos produtos deverão ser criados para se adaptarem a esse novo contexto.

Mudanças ocorridas no cenário político e econômico internacional provocaram grandes avanços e importantes melhorias no desempenho organizacional. Pode-se dizer que elas afetaram, de forma muito intensa, o ambiente social e político e fizeram com que as empresas começassem a questionar profundamente não apenas seus aspectos econômicos, mas principalmente suas responsabilidades sociais.

Essa nova forma de ver o mundo produtivo provocou nas empresas uma visão diferenciada que se tornou muito mais abrangente ao incorporar questões relacionadas às dimensões sociais das atividades produtivas e suas ligações com a qualidade de vida na sociedade.

A necessidade de conquistar mercados cada vez mais dinâmicos tem levado muitas empresas a desenvolverem novas tecnologias de produtos e processos que efetivamente respeitem a capacidade de suporte do meio ambiente e ainda ampliem as alternativas de aproveitamento dos recursos naturais. Muitas empresas têm desenvolvido novos produtos com significativo grau de tecnologia inovadora, a partir do reaproveitamento de inúmeros resíduos que hoje são desperdiçados no processo de produção. Com o desenvolvimento da reciclagem, muitos produtos estão deixando de ser o vilão na luta ecológica para se transformarem em materiais altamente versáteis.

Uma diversidade de produtos que saíram das pranchetas dos “designers verdes” estão ganhando popularidade no mercado mundial. São produtos feitos com papel, plástico, vidro ou matérias-primas vegetais que agora ganham uma nova dimensão de mercado.

O panorama mundial aponta para uma tendência moderna de revalorização dos produtos naturais em substituição aos produtos sintéticos, principalmente nas áreas de cosméticos, fármacos e novos materiais. Muitos trabalhos apontam também para a utilização das fibras naturais como uma opção para aplicações tecnológicas avançadas nas áreas civil, naval e moveleira.

Pode-se afirmar que os produtos são tecnicamente possíveis de serem produzidos, apresentam um bom desempenho mecânico, bom isolamento termo-acústico, além de indispensável viabilidade econômica. Na construção civil, as fibras de sisal representam um excelente reforço para matrizes de cimento e argamassa, além de servirem também para confecção de outros materiais alternativos como telhas, calhas e divisórias, de excelente qualidade e durabilidade.

Uma consulta ao banco de dados do INPI mostra os resultados de algumas patentes que destacam a importância das fibras naturais, em especial, o sisal, em produtos de alto valor agregado. Entre elas, estão as seguintes:

- Massa de moldagem de material plástico para a preparação de artigos moldados com efeito decorativo. Trata-se de uma massa de moldagem de material plástico, a qual compreende 0,2% a 7,5% em peso de fibras naturais vegetais, com um comprimento de 0,1 até 15 mm. A boa capacidade de carga térmica e mecânica, bem como a capacidade de tingimento das fibras, representam uma vantagem particular. Esses artigos moldados encontram aplicação especialmente no espaço interno de automóveis, em pequenos aparelhos eletrodomésticos, móveis de jardim ou escritórios.
- Processo de fabricação de aglomerados semi-sintéticos. Nesse processo, são utilizados 40% de fibras, entre elas as naturais, vegetais e sintéticas, e 60% em forma de pó ou pequenos grânulos como, por exemplo, serragem que são incorporadas em determinada fase do processo.

- Processo para obtenção de carvão a partir de fibras vegetais. Esse processo compreende as seguintes etapas: trituração da matéria-prima ou subproduto na forma de resíduo vegetal; prensagem do resíduo vegetal triturado; secagem do material prensado; carbonização através de fornos visuais.
- Material biologicamente degradável a partir de matérias-primas de nova geração. Refere-se a um material biologicamente degradável com uma matriz de látex, amido e polibetahidroxi butirato e/ou pó de celulose. Nessa matriz de base, podem estar inseridos materiais de carga vegetais, tais como granulados de cereais ou fibras de plantas para a formação de materiais compósitos. Nesse processo, todos os materiais de partida, especialmente, a borracha estão presentes em forma cominuída. Esses materiais cominuídos, por exemplo, granulados, são misturados e plastificados em uma extrusora de voluta ou em uma máquina de moldagem por injeção. A massa plastificada pode ser injetada diretamente em uma forma ou pode ser extrudada para formar posteriormente um granulado que serve como material de injeção.
- Polímero biologicamente degradável reforçado. Nesse processo, fibras naturais, tais como sisal ou rami, são usadas para reforçar um polímero substancialmente biodegradável, a fim de evitar, ao menos parcialmente, a perda de sua biodegradabilidade quando for reforçado com aditivos, tais como fibras e similares.
- Processo para obtenção de um revestimento de pisos e paredes com cargas minerais, em rolos, mantas ou placas (como carpetes e tapetes). Compreende a mistura inicial de quantidades determinadas de areia, quartizona e cristal moído, além de outros minerais previamente pintados ou não, de baixa granulometria. Essa mistura é preparada e homogeneizada com adição de resinas, na proporção de 10% a 50% do volume preparado, resultando numa mistura que é aplicada, por processo manual ou mecânico, sobre o tecido fibroso (algodão, malha de poliéster, sisal ou outros). Forma-se então uma fibra que é secada em estufas e laminada até adquirir a

espessura e acabamento desejados, para servir como revestimento de pisos e paredes, apresentando boa resistência e elasticidade.

- Aperfeiçoamento introduzido no processo para produzir feltro absorvente e isolador termoacústico. Esse processo é composto pela combinação balanceada de vários tipos de fibras naturais ou sintéticas, tais como: poliamida, poliestireno, ABS e similares como também das naturais como rami, cânhamo, sisal, algodão, malva e congêneres, obtidas por meios mecânicos apropriados, principalmente desfiamento e extrusão. Esse produto encontra aplicação em revestimento interno de superfícies que necessitem de isolamento termoacústico como, por exemplo, revestimento interno de veículos em geral, capô, assoalho, parede frontal, motor, cabine, porta-luvas, etc. Podem-se citar ainda outros usos industriais, como o isolamento de ambientes com máquinas e equipamentos ou suas paredes, e outros.
- Manta de moldagem e reforço de compósitos poliméricos termofixos de fibras vegetais de rami ou juta. Esse processo descreve etapas para execução de manta e processos de beneficiamento ou modificação das fibras vegetais para melhoria da adesão interfacial carga/resina. Destina-se à função de moldagem e reforço de peças.
- Telhas onduline para coberturas e fechamentos. Trata-se de um modelo de telhas fabricadas mediante a combinação de fibras celulósicas, betume e agregados granulados, todos aderidos por cola apropriada, obtendo-se um produto final leve, econômico e que apresenta alta resistência ao calor, fogo e transmissão do som.
- Material compósito para blindagem. Refere-se a um novo material compósito para blindagem, a ser utilizado na construção de cabines, guaritas, biombos e escudos de segurança, bem como na fabricação de veículos de transporte de valores. É constituído por camadas alternadas de fibra de vidro, de aço, de fibras naturais ou sintéticas em forma de tecido, e de fibras naturais ou sintéticas em forma de manta aglutinada. Opcionalmente, pode ser constituído por camadas de policarbonato

sulfonado, as quais resultam na obtenção de uma chapa com altíssima resistência mecânica, com excelente capacidade de absorção e amortecimento inercial e ótimo acabamento final.

- Processo de flocagem aplicado em bolas. Trata-se de um processo de aplicação de fibras naturais ou sintéticas(flocos) sobre a superfície de bolas de borracha ou plástico, com ou sem câmara de ar, através de processo eletrostático, garantindo um acabamento contínuo sem emendas, tendo os flocos distribuição uniforme por toda a bola. O processo de flocagem compreende as etapas de aplicação de desvio sobre a bola semi-pronta, colocação eletrostática dos flocos (flocagem), secagem, cura, acabamento final e impressão serigráfica ou térmica.
- Aperfeiçoamento introduzido em processo para obtenção de chapa-manta termoformável. Esse processo compreende as seguintes etapas: seleção e preparação da matéria-prima; formação da manta; formação da chapa ou blanck; conformação da chapa ou blanck. Na primeira etapa, faz-se a combinação balanceada de vários tipos de fibras naturais ou sintéticas como, por exemplo, poliamida, poliestireno e similares, como também das naturais, rami, cânhamo, sisal, algodão malva e congêneres, obtidas por meios mecânicos apropriados, principalmente desfiamento ou extrusão. Essas fibras poderão apresentar características diversas, independentemente de cor ou material de que são feitas, todas passíveis de serem recuperadas, recicladas ou virgens.
- Processo para fabricação de chapas prensadas. Refere-se à invenção de um processo para fabricação de chapas prensadas para uso moveleiro e industrial, que utiliza fibras de coco ou sisal, subprodutos que atualmente são descartados como resíduos. Essas fibras, após terem sua umidade reduzida a níveis adequados, passam por processo de aplicação de resina vegetal ou sintética, sendo acondicionadas em moldes ou diretamente sobre os pratos da prensa e então prensadas a temperatura

média de 160°C. Posteriormente, são introduzidas na seção de acabamento para polimento, refilação e aplicação de revestimentos acabados.

- Processo de revegetação de área degradada. Essa invenção refere-se a um processo de recuperação de áreas degradadas, podendo ser aplicado em mineração, rodovias, ferrovias, barragens, aeroportos, obras industriais e erosões de um modo geral.

Qualquer que seja a origem ou a forma da biomassa (florestal, agrícola ou urbana), é importante que se considerem as suas potencialidades de valorização. Alguns tipos de biomassa possuem um maior potencial de aproveitamento e, por isso, originam produtos com melhores oportunidades de mercado.

É dentro dessa concepção de aproveitamento potencial dos recursos que começa a surgir, ainda que de forma embrionária, o conceito de indústria de refino da biomassa, ou melhor, as biorrefinarias, como têm sido chamadas. Esse novo conceito passa então a englobar a noção de aproveitamento dos recursos renováveis abundantes ou resíduos de exploração e transformação para a fabricação de uma gama de produtos de alto valor agregado que procuram nichos estratégicos de mercado.

Entre eles, podem-se citar muitos produtos químicos e materiais industriais como os aldeídos, os bioplásticos e os biomateriais; os que atendem as necessidades de alimentação, como os corantes e as enzimas, os voltados para a produção de energia, como o biogás e os biocarburantes, e ainda os produtos fitossanitários, como os biopesticidas, os bio-herbicidas, os biofungicidas, biofertilizantes e tantos outros possíveis de serem obtidos na cadeia de produção. A biorrefinaria da biomassa é também conhecida como a “química verde”, porque seus produtos estão voltados para a proteção e conservação do meio ambiente.

Este capítulo teve por objetivo essencial mostrar que a utilização do sisal em novos materiais tem desencadeado uma série de pesquisas importantes tanto na área de produtos

químicos, como na área de materiais industriais. De maneira geral, os trabalhos apontam para a emergência de novos produtos e processos, bem como de novas tecnologias de produção. Por fim, ressalta o potencial de aplicação das fibras naturais em diferentes mercados, como é o caso dos setores automobilístico, geotêxtil, agrotêxtil, médico e tantos outros.

Sabe-se que atualmente existem tecnologias viáveis que permitem a utilização, de forma racional, de um número crescente e diversificado de produtos, destacando-se a sua relevância principalmente em materiais econômicos e duráveis. Na Figura 11, a seguir, é possível visualizar melhor o processo de beneficiamento do sisal e a obtenção dessa diversidade de produtos.

PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DO SISAL.

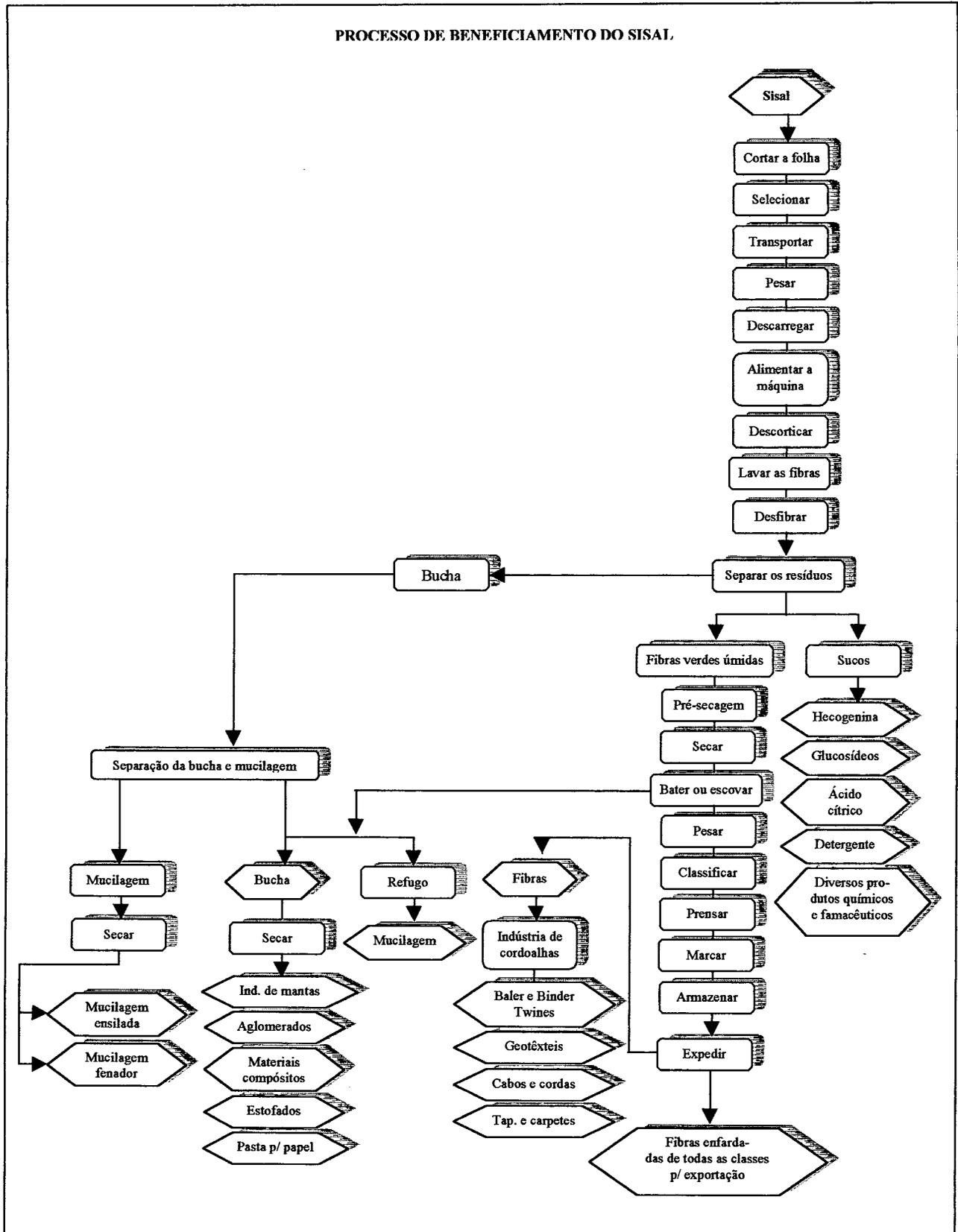


Figura 10: Cadeia de produção agroindustrial para tapetes, carpetes e geotêxteis.
 FONTE: Dados da pesquisa direta.

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES

A agroindústria do sisal no Estado da Paraíba tem sido afetada pela ocorrência de longos e cíclicos períodos de seca que atingem a região, quase toda inserida no semi-árido. Tais características climáticas, somadas à ação direta do homem, tornam ainda mais frágil o equilíbrio ecológico, com reflexos negativos para os recursos ambientais e conseqüentemente para a qualidade de vida de seus habitantes.

Os resultados obtidos na pesquisa mostram que, de maneira geral, o setor não tem conseguido uma boa performance capaz de torná-lo auto-sustentado e dinâmico. Se não fosse o crédito subsidiado e outros incentivos de natureza creditícia, fiscal e financeira, ter-se-ia verificado estagnação, cujas conseqüências são difíceis de prever.

O agricultor e o empresário agrícola, especificamente no caso do sisal, têm sido menos receptivos aos avanços da tecnologia e mais resistentes às mudanças decorrentes dos estímulos de mercado. Os exemplos de capacitação gerencial, agilidade de decisão e familiarização com sistemas de informação não são muito freqüentes nessas categorias de produtores.

Além disso, a natureza dispersa e isolada do produtor rural, associada à variabilidade que sofre sua atividade, torna-se muitas vezes não condizente com um negócio moderno e dinâmico, como é a agroindústria.

Não se pode, no entanto, deixar a resolução das questões agroindustriais à mercê do jogo espontâneo das forças da economia. Ao contrário, deve ser-lhes dedicado um esforço deliberado, orientado de modo específico para que as estratégias e políticas voltadas para o setor possam aumentar sua competitividade.

A participação do governo no processo de recuperação e de revitalização da cultura do sisal é oportuna, fundamental e indispensável. Ela possibilitará o estabelecimento de uma nova ordem com vistas à mudança do atual quadro da economia sisaleira, constituindo-se, assim, na principal força impulsionadora do seu fortalecimento e crescimento.

Por esse motivo, a presença do governo, não só como agente regulador, mas sobretudo estimulador, seja mediante os métodos clássicos de assistência técnica, concessão de crédito, incentivos fiscais, etc., seja através de métodos de vanguarda, como o de promoção e participação de investimentos, é decisiva para o êxito de um programa agroindustrial.

A idéia principal deste trabalho foi elaborar um conjunto de propostas alternativas, buscando estabelecer coordenadas entre os processos modernos do agronegócio e os processos atrasados e rudimentares presentes nessa atividade agroindustrial. Entre outros aspectos, procurou-se identificar conflitos e encontrar soluções eficientes capazes de colocar a agroindústria em lugar de destaque nos mercados nacional e internacional.

Existe, na realidade, muito desconhecimento que acaba gerando desinformação e expectativas desfavoráveis em relação a novos produtos e novos usos, que podem ser extremamente importantes em tantas aplicações industriais. Não se pode esperar, no entanto, que as soluções apontadas neste trabalho possam resolver todos os problemas da atividade sisaleira no Estado. Mas certamente elas se tornarão ferramentas essenciais para enfrentar novos desafios.

Pesquisas científicas e tecnológicas desenvolvidas nas últimas décadas, dentro de uma concepção sistêmica e integrada, vêm apontando para uma utilização crescente das fibras naturais em diferentes produtos alternativos, a partir dos subprodutos do desfibramento (suco, bucha, biomassa, etc.).

O que mais chama a atenção, nesse processo, é a grande variedade de descobertas de propriedades dos novos usos e aplicações desenvolvidas no campo de novos materiais que vêm surgindo em ritmo cada vez mais acelerado. Nesse sentido, pode-se dizer que o mercado para as fibras naturais deverá se tornar bastante diversificado, comprovando a acentuada gama de características que as fibras apresentam.

A obtenção de produtos diferenciados passa a ser então o objetivo maior dentro da cadeia produtiva. Isso pode levar a encontrar nichos de mercados importantes, estabelecendo cenários alternativos no ambiente econômico.

A análise de filière introduz assim uma abordagem estrutural dentro do campo de possibilidades tecnológicas de valorização dos recursos, mostrando as interrelações tecnicamente possíveis entre as operações elementares de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADVANTAGES of composites [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web:<<http://www.compinst.asn.au//advaant.html>>.
- AGRONEGÓCIO DO SISAL In: SEMINÁRIO NACIONAL, 1, n.1, João Pessoa. *Anais...*João Pessoa: [s.n], 1996.
- AGRO-Tech:Productions Technologies [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web:<<http://www.agrotechfiber.com/techarticles.html>>.
- ANDRADE, M.C. **Nordeste: alternativas da agricultura.** Campinas: SP. Papius, 1988.(Educando)
- APAEB: Uma história de luta e Subsistência, 160 p. Valente[s.n],1993.
- APROSICS :Custos de produção de sisal. Levantamento da Situação atual. Picuí[s.n],1997.
- ARAÚJO, Ney Bittencourt et. al. **Complexo Agroindustrial: o agribusiness brasileiro.** São Paulo: Agroceres,1990.
- ARAÚJO, Vicente P. et. al. Informações tecnológicas e agribusiness.[s.l]:USP, 1996.
- ARENA, Richard. Mèso-analyse et tèorie de l'Economie Industrielle. **Revue Economie Industrielle**, Paris: ADEFI,1983.
- BALEY, C. et al. Fibre végétales: renfort de matériaux composites à matrice organique. **Revue des Composites e des matériaux avancés.** [s.l.], n.1 v.7, 1997.

BARBOSA FILHO, Armando et. al. Tecnologia e segurança na cultura do sisal. SEMINÁRIO NACIONAL, 1,1987,Salvador.*Anais...* Salvador: Fundacentro, 1987.

BATALHA, Mário O. **Sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas.** São Paulo: Ed. Atlas,1997.

_____. **La filière comme outil d'analyse strategique: le cas des matieres grasses a tartiner au Bresil.** Lorraine:[s.n], 1993. (Tese de Doutorado em Engenharia Industrial).

_____. As cadeias de produção agroindustriais: uma perspectiva para o estudo das inovações tecnológicas. **Revista de Administração**, São Paulo, v.30,n.4. 1995.

_____. Uma Metodologia de Análise Estratégica para as Agroindústrias. In: ENANPAD, 17, 1993,Salvador.*Anais...* Salvador:[s.n],1993.

_____. **Gestão agroindustrial.** São Paulo: Atlas, v.1,1977

BEER, S. **Platform for change.** [s.l]: Wiley, 1975.

BEST,M. **The new competition :** institutions of industrial restructuring. Cambridge: Harvard University Press. 1990.

BG systems [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web: <<http://www.bgtechnologies.net/index.html>>.

BIFANI, P. Desarrollo y medio ambiente. In: CIFCA, 1, 1980, Madrid. *Anais...* Madrid:[s.n],1980.

BOYER,L. et.al. **Prècis d' Organisation et de gestion de production.** Paris: Les Editions d'organisation, 1986.

BRASIL'92. **Perfil ambiental e estratégias.** São Paulo[s.n],1992.

BRUSEKE, F.J. **Desenvolvimento sustentável: um desafio para as ciências sociais.** Belém:, Paper do NAEA 25, 1994.

CALLOW, R. K. et.al. **Chem.** London: Ind., 699p. 1951.

CAPRA, F. et al. **Steering business toward sustainability**. [s.l]: United Nations University Press. 1995.

_____ **Gerenciamento Ecológico**. São Paulo: Editora Cultrix., 1993.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Editora Cultrix, 1995.

CELLULOSE Fibers in Building Products- The Gumfer Process [on line]. Gabriela: [s.n]. Available from World Wide Web: <<http://w.w.w.iecl.com/cell.htm>>.

CENTER for Renewable Energy and Sustainable Technology (CREST) [on line]. [s.n.t]. Available from World Wide Web: <<http://w.w.w.solstice.crest.org/index.shtml>>.

CENTRE QUEBECOIS DE VALORISATION DES BIOMASSES ET DES BIOTECNOLOGIES (CBQV). Québec: La biomasse. Available from World Wide Web: <<http://www.cqvb.qc.cd/valor/bomas.html>>.

CHAMBERS, R. **Sustainable 1: Livelihoods**. Institute of Social Studies. [s.n]: Univ. of Sussex, 1986 (Mimeogr.)

_____ **Sustainable rural. Livelihoods. Dans: L. Conroy et Litvinoff (dir. pub.), The Greening of Aid**. Londres: Earthscan. 1988.

CHEVALIER, J.M. et al. A Propos des filières industrielles. **Revue d'Economie Industrielle**, [s.l], n.6, 1978.

CNPA/EMBRAPA. **Cultivo do sisal no Nordeste**. Campina Grande: [s.n], 1997.

COMISSÃO interministerial para preparação da conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. Brasília: Editora Clima, 1992.

COMISSÃO mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

- CONSTANZA, R. **Ecological Economics: the science and management of sustainability.** New York: Columbia University Press, 1991.
- DALY, H. E. **From Empty - World to full - World economics: recognizing an historical turning point in economic development.** Paris: Unesco, 1991.
- DANA, Seyyed Said. **Revising the design of the threshing machine by considering the actual load distribution.** João Pessoa: Mechanical Engineering Department- UFPB, 1992
- DANA, Seyyed Said et. al. Uma estratégia para fortalecimento da tecnologia Regional. Proceeding of. In: CEM - MNE, 2, 1992, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: [s.n], 1992. p.452-457
- DANTAS, Leiliam Cruz. **Complexo agroindustrial do sisal: da integração à desestruturação integrada. O caso da Brascorda S/A na Microrregião do Curimataú Paraibano.** [s.l]: UFPB, 1994.
- DAVIS, J.H et al. **A concept of agribusiness.** [s.l]: Harvard University Press, 1957.
- DAWIDAR, A. et. al. Arch. Biochem. [s.l]: Biophys, 1961.
- DIAS, A.F. **Síntese parcial da progesterona a partir da solasodina.** João Pessoa: LTF/UFPB, 1991.
- DIAS, Aderson. F. et. al. **Síntese parcial da progesterona a partir da solasodina.** João Pessoa: Laboratório de Tecnologia Farmacêutica da UFPB/ LTF. 1991.
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, Paris, v.2, n. 3. 1982.
- GOLDENBERG. Mirian. **Ecologia, ciência e política: participação social no movimento ecológico.** Rio de Janeiro: Revan, 1992..
- ELY, A. **Desenvolvimento sustentado e meio ambiente: uma abordagem holística e integrada da política, da economia, da natureza e da sociedade.** Porto Alegre: FEPLAM, v. 1, 1992.

- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web:<<http://w.w.w.embrapa.br>>.
- EMBRAPA. **Dados econômicos do sisal**. Campina Grande: [s.n],1995. (Relatório).
- EUFRÁSIO, C. A.F. **A proteção ambiental na nova ordem jurídica**. Fortaleza: [s.n.],1991.
- FALCÃO, João Emídio . **FORAGEM DE SISAL** :alternativa no semi-árido. [s.l]: UFPB, 1983. (Dissertação de Mestrado)
- FAO [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web:<<http://w.w.w.fao.org/inicio.htm>>.
- FARINA, E.Q.M et.al. **Agribusiness**: coordenação das relações de conflitos e cooperação. São Paulo: [s.n],1993.
- FARINA, E.Q.M. et. al. **Competitividade e organização das cadeias agroindustriais**. [s.l]:[s.n], 62 p.1994.
- FERNANDES, M. S. O sistema e a Indústria agroalimentar no Brasil. **ABIA**, [s,l], 1993. p.235-237.
- FIGUEIREDO,K.J.C. **Estudo experimental da toxicidade do resíduo do sisal (agave sisalana Perrine)para bovinos**. Belo Horizonte: UFMG. 1974. (Dissertação de mestrado).
- FLAX and other Bast Plants Symposium [on line].[s.n.t], out.1997. Available from World Wide Web:<<http://iwn.inf.poznan.pl/wste-ang.html>>.
- FLORIOT, Jean-Louis. **Génie des systèmes industriels et management da la technologie**. Paris:Nancy, 1986. (Tese de Doutorado em Ciência da Gestão).
- FLORIOT, J. L **Prática da análise de Filière e a Engenharia dos Sistemas Industriais**.
- FLORIOT, J. L. **Les restructurations industrielles en France**. [s.l]: Economia, 1980.
- FORRESTER, J.W. **Industrial dynamics** . [s.l]: MIT Press 1961.
- FREEMAN, C. **Economics of innovation**. Londres: London/Pinter,1982.

- GARCIA, R.C. **Contribuição para o estudo do trabalho assalariado na agricultura**. [s.l]: [s.n], 1976. (Mimeogr.).
- GARROUSTE, P. **Filières techniques et économie industrielle: l'exemple de la forge**. Lyon: Press Universitaires, 1984.
- GEREZ, J.C. **Esteróides: uma indústria viável no Brasil**. São Paulo: USP, 1981.
- GEREZ, Maria do Carmo Alvez. **Utilização de biomassa via reações hidrolíticas**. São Paulo: USP, 1985. (Tese de Doutorado).
- GIORDANO, Samuel R. et. al. **Tópicos especiais do agribusiness**. Campina Grande: [s.n], 1997. (II Curso de Especialização).
- GIORDANO, Samuel R. **Alguns comentários sobre agribusiness e agroindústria**. [s.l]: USP, 1994.
- GUIDAT, C. **Contribution méthodologique à la formalisation d'un nouveau métier: l'ingénierie de l'innovation technologique à partir de l'expérience d'une innovation technique dans la filière bois**. Nancy, França: DEGE/INPL, 1984. (Thèse de Doutorado).
- HABERMAS. A nova intransparência. **Novos Estudos CEBRAP**, [s.l], n.18, set. 1987
- HERCULANO, S. **Do desenvolvimento (in) suportável à sociedade feliz**. Rio de Janeiro: Revan, 1992.
- HELMULT, S. **Sisal (Problemas Técnicos)**. [s.l]: [s.n], 1959
- HOLMER, J. S. et al. **Sistemas de cobertura para construções de baixo custo: uso de fibras vegetais e de outros resíduos agroindustriais**. São Paulo: [s.n], 1998.
- HY-Tex [on line]. Aldington: [s.n], 1997. Disponível na INTERNET: hy-tex@virgin.net
- IUCN-UNEP-WWF. **Caring for the earth. A strategy for sustainable living**. Gland, Switzerland: [s.n], (1991).
- INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial [on line]. [s.n.t]. Available from World Wide Web: <<http://www.inpi.gov.br>>.

INTEGRATED Biomass Energy Systems [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web:<<http://w.w.w.esd.ornl.gov/iab/iab1-8.htm>>.

JOSEPH, K. et.al. **Viscoelastic properties of short sisal-fiber-filled low-density polyethylene composites: effects of fiber length and orientation** materials letters. Amsterdam: [s.n], 1992.

KLIEMANN, N.F. **Contribution méthodologique à la compréhension de la dynamique des filières: analyse stratégique de la filière bois de Sta. Catarina.**[s.l]: [s.n], 1985.

KOPITTKE, B.H. **Problematique et strategie de developpement de la filière pinus spp. en Santa Catarina.** [s.l]: [s.n],1985. (Tese de Doutorado).

KORNAI, J. **Antièquilibre on economic system theory and the tasks of research:** North Holland. [s.l]: [s.n], 1971.

KOULYTCHIZKY , S. **Analyse et strategies de filière, une approche nouvelle en agro-alimentaire. Apports et dangers à surmonter: L'analyse de filière.** **Revue Economie Industrielle**, Paris: ADEFI, 1985.

LADISCH, R.M et al.. **Struture, properties, and use of cellulose and biomass materials.** [s.l]: EWT, 1996.

LABONNE, M. **Sur le concept de filière en economie agro-aglimentaire.** Montpellier: Institute National de la Recherche Agronomique, 1985.

LAURET, F. PEREZ, R. **Méso-analyse et economie agroalimentaire.** **Revue Economie agroalimentaire** [s.l]: Cahiers d'ISMEA n.21, juin 1992.

LAUSCHNER, R. **Agribusiness, cooperativa e produtor rural.** Porto Alegre: Editora da Universidade do Vale dos Sinos,1993.

LEAL, et.al. **Sistema agroindustrial do sisal na Paraíba.** Campina Grande: [s.n], 1996.

LEIS, H.R. **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafios para as Ciências Sociais.** [S.L]: Editora Cortez,1995.

- LEITE, L. et. al. **A desarticulação da cadeia produtiva da castanha de caju no Nordeste do Brasil.** Fortaleza: [s.n], 1995
- LEITE, L. et. al. **Estudo da Cadeia Produtiva como subsídio para Pesquisa e Desenvolvimento do Agronegócio.** Fortaleza: EMBRAPA, 1996.
- LESOURNE, J. **La recherche en Génie Industrial:IPSOI.** [s.l]: Université d'Aix-Marseille, 1985.
- LIMA, M.G. **Compósitos de argamassa de cimento reforçado com fibras vegetais.** João Pessoa:[s.n],1997. (Relatório).
- LIMA, Osvaldo G. et.al. **Pulque, Balchê e Pajuaru, na etnobiologia das bebidas fermentadas.**Recife.UFPE,1975.
- LIVESTOCK Research for Rural Development [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web:<<http://w.w.w.cipav.org.co/lrrd/lrrdhome.html>>.
- LORA, Electo Eduardo Silva. **Perspectivas da utilização da biomassa com fins energéticos.** [s.l]:[s.n].
- LORENZ, J.H. et. al. **Se diversifier par les Stratégies de Filières.** Paris: L'expansion,1981.
- MACEDO, R K. **Gestão ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e unidades produtivas.** Rio de Janeiro: AIDIS, 1994.
- MALASSIS, L. **Economie agro-alimentaire.** Paris: Cujas,1979.
- MACKOWIAK, C. **Biomass production.** USA: Biomedical Office. 1997
- MARKER, J. **Americ.Chem.Soc.** [s.l]:[s.n], 1940.
- MATTOSO, L.H. et. al. **Aplicação de fibras de sisal na indústria automobilística para reforço de plásticos.** [s.l]: [s.n], 1998.
- MAURIO, M. et. al. **Telchac pueblo: una comunidade henequenera.** [s.l]: Universidad Autonoma Chapingo. 1986.(Agronômica, 14)
- MEDINA, J.C. **Plantas fibrosas da flora mundial.** São Paulo: Instituto Agronômico de Campinas,1958.

- LEITE, L. et. al. **A desarticulação da cadeia produtiva da castanha de caju no Nordeste do Brasil.** Fortaleza: [s.n], 1995
- LEITE, L. et. al. **Estudo da Cadeia Produtiva como subsídio para Pesquisa e Desenvolvimento do Agronegócio.** Fortaleza: EMBRAPA, 1996.
- LESOURNE, J. **La recherche en Génie Industrial:IPSOI.** [s.l]: Université d'Aix-Marseille, 1985.
- LIMA, M.G. **Compósitos de argamassa de cimento reforçado com fibras vegetais.** João Pessoa:[s.n],1997. (Relatório).
- LIMA, Osvaldo G. et.al. **Pulque, Balchê e pajuaru, na etnobiologia das bebidas fermentadas.**Recife.UFPE,1975.
- LIVESTOCK Research for Rural Development [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web:<<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrdhome.html>>.
- LORA, Electo Eduardo Silva. **Perspectivas da utilização da biomassa com fins energéticos.** [s.l]:[s.n].
- LORENZ, J.H. et. al. **Se diversifier par les Stratégies de Filières.** Paris: L'éxpansion,1981.
- MACEDO, R K. **Gestão ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e unidades produtivas.** Rio de Janeiro: AIDIS, 1994.
- MALASSIS, L. **Economie agro-alimentaire.** Paris: Cujas,1979.
- MACKOWIAK, C. **Biomass production.** USA: Biomedical Office. 1997
- MARKER, J. **Americ.Chem.Soc.** [s.l]:[s.n], 1940.
- MATTOSO, L.H. et. al. **Aplicação de fibras de sisal na indústria automobilística para reforço de plásticos.** [s.l]: [s.n], 1998.
- MAURIO, M. et. al. **Telchac pueblo: una comunidade henequenera.** [s.l]: Universidad Autonoma Chapingo. 1986.(Agronômica, 14)

- MEDINA, J.C. **Frequência e severidade de corte das folhas de sisal.**[s.l]: Bragantia,1954. p.27.
- MEGIDO, José L.T. et al. **Marketing e agribusiness.** São Paulo: Atlas, 1995.
- MELESE, J. **Approches systémiques des organisations.** Paris: Les Editions d' Organisation,1990.
- MERCADO, Jesus R. **El Maguey Manso. História y Presente de Epazoyucan, Hgo.** [s.l]:[s.n],1983. (Coleção Cadernos Universitários). (Ciências Sociais, n.4).
- MILLER, Joseph. Biomassa pode substituir petróleo. **Revista Química Industrial,** [s.l], v.1 1988. p.31-33.
- _____. **Process and Installation for obtaining Ethanol By The Continuous Acid Hydrolysis Of Cellulosic Materials.** U.S. Patent 4.529.699 1985.
- MINER, W., et al. A agricultura brasileira e as futuras negociações na organização mundial do comércio. **Revista de Política Agrícola.** [s.l],v.2 , maio/ jun. 1998.
- MORAES, et.al. **Não se pode esconder o lixo debaixo do tapete: resíduos sólidos-problemas e soluções.** Belo Horizonte: [s.n], 1994.
- MORASSI, J.O. **Fibras naturais: aspectos gerais e aplicação na indústria automobilística.** Mercedes Bens do Brasil. [s.l]:[s.n], 1994.
- MORIN, E. **La Méthode. Livres 1:La nature de la nature** Paris. [s.l]:[s.n],1977.
- MORVAN, Y. Filière de production in fondaments d' economie industrielle. **Econômica.** [s.l], 1985. p.199-321.
- _____. A propos de l' economie industrielle. **Revue d'Economie Industrielle,** [s.l], n.3, ème trimestre 1977.
- MOTA, João L. N. **Economia do sisal e a indústria de cordoalha no processo de industrialização e evolução da estrutura da indústria de transformação na Paraíba. 1979/1992.** João Pessoa: UFPB, 1995.
- MONOD, J. **Le hasard et la nécessité: Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne.** Paris: Editons du seuil,1970.

- MONTIGAUD, J. C. L'analyse des filières agroalimentaires: méthodes et premiers résultats. **Revue Economie agroalimentaire** [s.l],1991
- MORIN, E. "Le système paradigme ou/ et théorie", Modelisation et maitrise des systèmes techniques, économiques et sociaux. In: CONGRÈS AFCET,1, n.1, 1977, [s.l]. *Anais...* [s.l]: Editions Hommes et techniques, 1977. p.21-24.
- MULLER, G. **O Complexo agroindustrial e modernização Agrária**. São Paulo: Hucitec,1989.
- NATURE Florest - A savoir - Dossier Filiere Bois [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web:<<http://envagri.wallonie.be/Natfor/e3f-hbl.htm>>.
- NELSON, R. et. al. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University Press,1982.
- NEVES, Marcos Fava. **Agribusiness: conceitos, tendências e desafios**. [s.l]: Pensa,1996.(I curso de especialização em agribusiness).
- ORELLANA, R . **Algunos aspectos ecológicos de los agaves de la península de Yucatán:Biología y aprovechamiento integral del henequén y outros agaves**. [s.l]:[s.n], 1985.
- PAIVA, J. et. al. Utilização do resíduo do desfibramento do sisal na alimentação de novilho. **boletim de pesquisa**, Salvador, EPABA, n.5,1986
- PARENT, J. Filière de produits, stades de production et branches d'activité. **Revue d'Économie Industrielle**, [s.l], n.7, p 89,1979.
- PASCHOAL, A D. Modelos sustentáveis de agricultura. **Revista Agricultura sustentável**, Jaguariúna, v.2, n.1, jan/jun.1995
- PECQUET, et al. Mutations de structures industrielles et problematiques de filière – des nouveaux débouches pour l'industrie sucrière. **Revue d'Économie Industrielle**, [s.l], n.18, p.147-157. 1981.

- PEIXOTO, Maria. et. al. Digestibilidade de silagem de sisal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTÉCNICA, n.1, 1977. Recife. *Anais...* Recife: [s.n], 1977.
- PERLACK, R.D., et. al. 1993. Integrated biomass energy systems in developing countries: **Proceedings of the First Biomass Conference of the Americas**, Yunnan.
- PEREZ, R. Les filières de production sucrière: note d'orientation in filière industrielles et strategies d'entreprises. **Actes du colloque**, Chantilly: ADEFI, 1978. p.1-13
- PICARD, M.A. et al. **Generalités sur les matériaux composites**. [s.l]: Université Laval, 1977.
- PLASSARD, J. **Consommateurs: maintenant la qualité**. [s.l]: vision, 1978.
- PLETSCH, M. Compostos naturais biologicamente ativos. **Revista Biotecnologia**, [s.l], n.4 jan./fev. 1998.
- PORTER, M.E. **Estratégia Competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- PRAHALAD, C. K. **Em busca do novo**. [s.l]: Management, 1998.
- Q&Q Exports International [on line]. [s.n.t]. Available from World Wide Web: <<http://www.arnhold.com/qq-en03.htm>>.
- RENY, O. **Cultivo do Sisal no Nordeste**. [s.l]: EMBRAPA/CNPA, 1996
- _____. et. al. **Avaliação de cultivares no semi-árido nordestino**. [s.l]: Monteiro, 1996.
- _____. **Tecnologia apropriada em ferramentas, implementos e máquinas agrícolas para pequenas propriedades**. Campina Grande: UFPB, 1977.
- SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos e Meio Ambiente no Estado de São Paulo**. São Paulo. 1993.
- Revista Biotecnologia** [on line]. [s.n.t]. Available from World Wide Web: <[w.w.w.biotecnologiaa.com.br](http://www.biotecnologiaa.com.br)>.

- ROBERTSON, J., On Paradigms and ecology. **Bulletin of the ecological society of America**, v.60, n.4, 1979, p.182-186.
- ROBIN, L.G. et al. **The environmental benefits of cellulosic energy crops at a landscape scale**. Medford: Tufts University, 1995.
- ROBIN, P.et.al. Implantação de dispositivo de proteção em máquina de descortiagem do sisal. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [s.l], v.12, n. 48, out./nov. / dez. 1984.
- ROBINSON, J. Delimiting Sustainable Society Values, principles and definições. **Alternatives: perspectives on society, technology and environment**. [s.l], v.172.1990.
- ROWELL, R.M. et al. **Utilização of natural fibers in plastic composites problems and opportunities**. São Carlos: USP, 1996.
- SAVASTANO, H. J. **Fibras naturais para produção de componentes construtivos**. São Paulo:USP,1977
- SCHOLZ,H. **Sisal, problemas técnicos**. [s.l]: BNB,1959
- SCHMIDHEINY, Stephan. **Mudando o rumo**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992.
- SHANNON, C et. al. **The mathematical theory communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- SHARAPIN, N. **Contribuição para o aproveitamento do sisal como fonte industrial de esteróides**. Rio de Janeiro: UFF,1980.
- SHELMAMN, Mary I. **The agribusiness systems approach: cases and concepts**. international agribusiness management association inaugural symposium. [s.l]: [s.n],
- SCHUMPETER, J. A. **The theory os economic development**. [s.l]: Harvard university Press, 1934.
- SHUJI, Nagai et.al. **Caracterização do agribusiness do cacau utilizando análise de filière**. São Paulo: UFSCar.

- SINÍCIO, M.F et al. **Novas tecnologias para a futura produção de álcool carburante a partir do bagaço da cana de açúcar.** Campinas: UNICAMP.
- SISTEMA Agroindustrial do Sisal no Estado da Paraíba. Campina Grande: UFPB, 1996. (I Curso de Especialização em agribusiness.).
- SOUZA, S.J. **Estudo sobre competição de variedades híbrido 11.648 e Agave Sisalana na zona fisiográfica tabuleiro.** Salvador: Cia de celulose da Bahia, 1985.
- SOUZA, S.J. et. al. **Plantio em alta densidade para o Híbrido 11.648 na zona fisiográfica de tabuleiro.** Salvador: Cia de celulose da Bahia, 1985.
- SPENSLEY, P. C. **Chem. Ind.** London [s.n], 1952. 426 p.
- TEIXEIRA, O.A. Agricultura, meio ambiente e pesquisa interdisciplinar: alguns elementos para o debate. **Revista agricultura sustentável.** v.1jan/jun. 1995.
- TEXTÍLIA. Indústria brasileira de não-tecidos. [s.l]: [s.n], 1995.
- THE Cellulose Story [on line].[s.n.t]. Available from World Wide Web: <<http://www.greenstone.com/cellulosea.html>>.
- THIEME, J.G. **High grade tow from sisal waste.** [s.l]: The Textile Quartely, 1951.
- TIRALAP, A. technical change and economic theory. INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, 2, 1990, Miami, *Anais...* Miami: [s.n], 1990.
- TOLEDO, R. D. et. al. Comportamento em compressão de argamassa reforçada com fibras naturais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 1997.
-
- Natural fibre reinforced mortar composites:** Experimental characterisation. Rio de Janeiro: PUC, Deptº. de Engenharia Civil. 1997. (Tese de Doutorado).
- TOURNEMINE, R.L. **Stratégies technologiques et processus d'innovation.** Paris: Les éditions d'organisation, 1991.

WEINER, N. et al. **Cybernetics**. Paris: [s.n], 1948

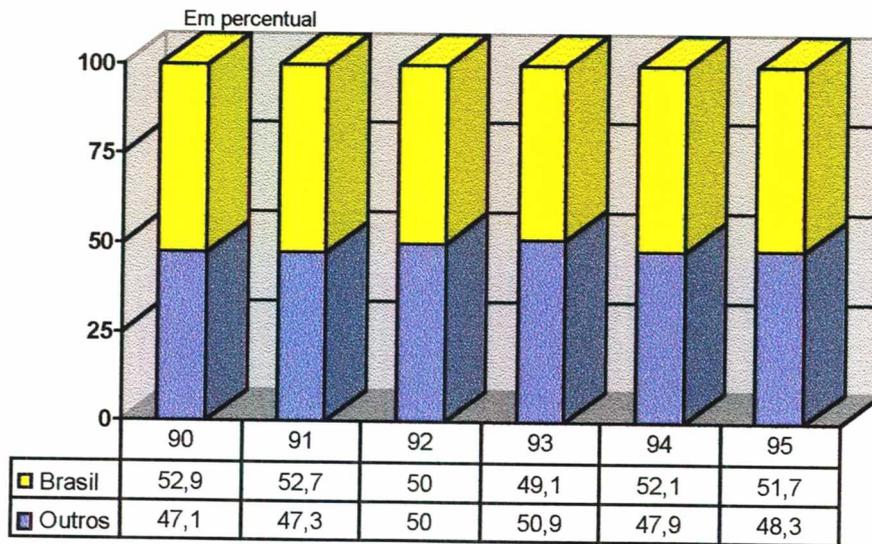
ZANONI, M et. al. **Meio ambiente e desenvolvimento imperativos para a pesquisa e a formação. Reflexões** [s.l]:UFPR. 1994.

ZYLBERSZTAJN, Décio. **Cadeias agroindustriais: um esboço metodológico**. [s.l]: [s.n], 1996. (III Curso PENSA de Agribusiness.)

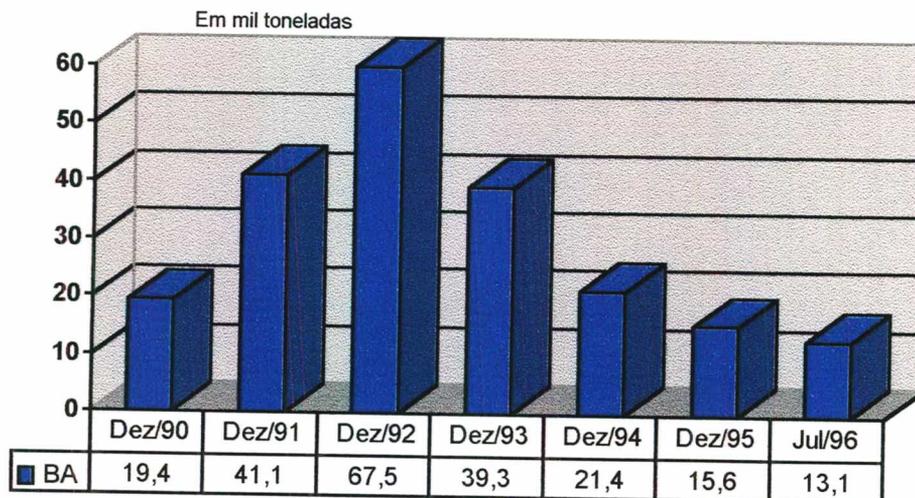
ZYLBERSZTAJN, Décio. et. al. **Agribusiness education in Brazil: proceedings of the International Agribusiness Management Association International Seminar**. Oxford: [s.n],1992.

ANEXOS

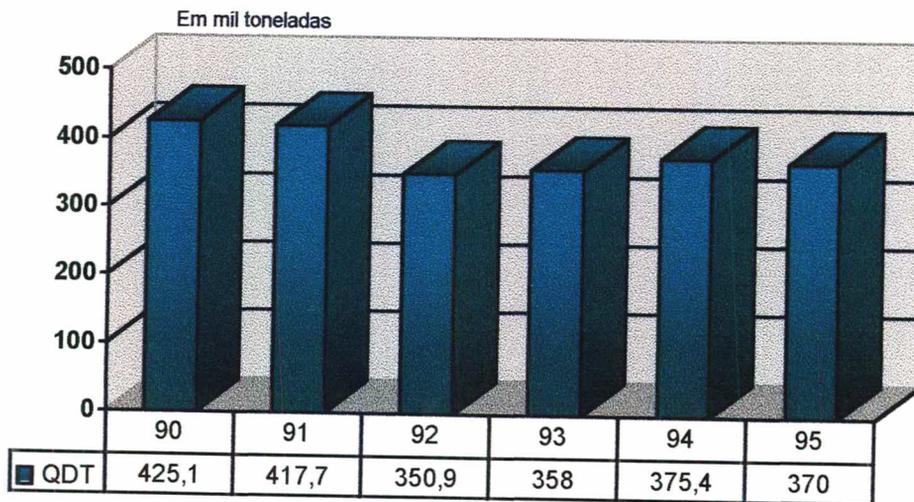
PRODUÇÃO MUNDIAL DE SISAL - 1990 a 1995



EXPORTAÇÃO BRASILEIRA DE SISAL E DERIVADOS - 1995 x 1996



PRODUÇÃO MUNDIAL DE SISAL - 1990 a 1995

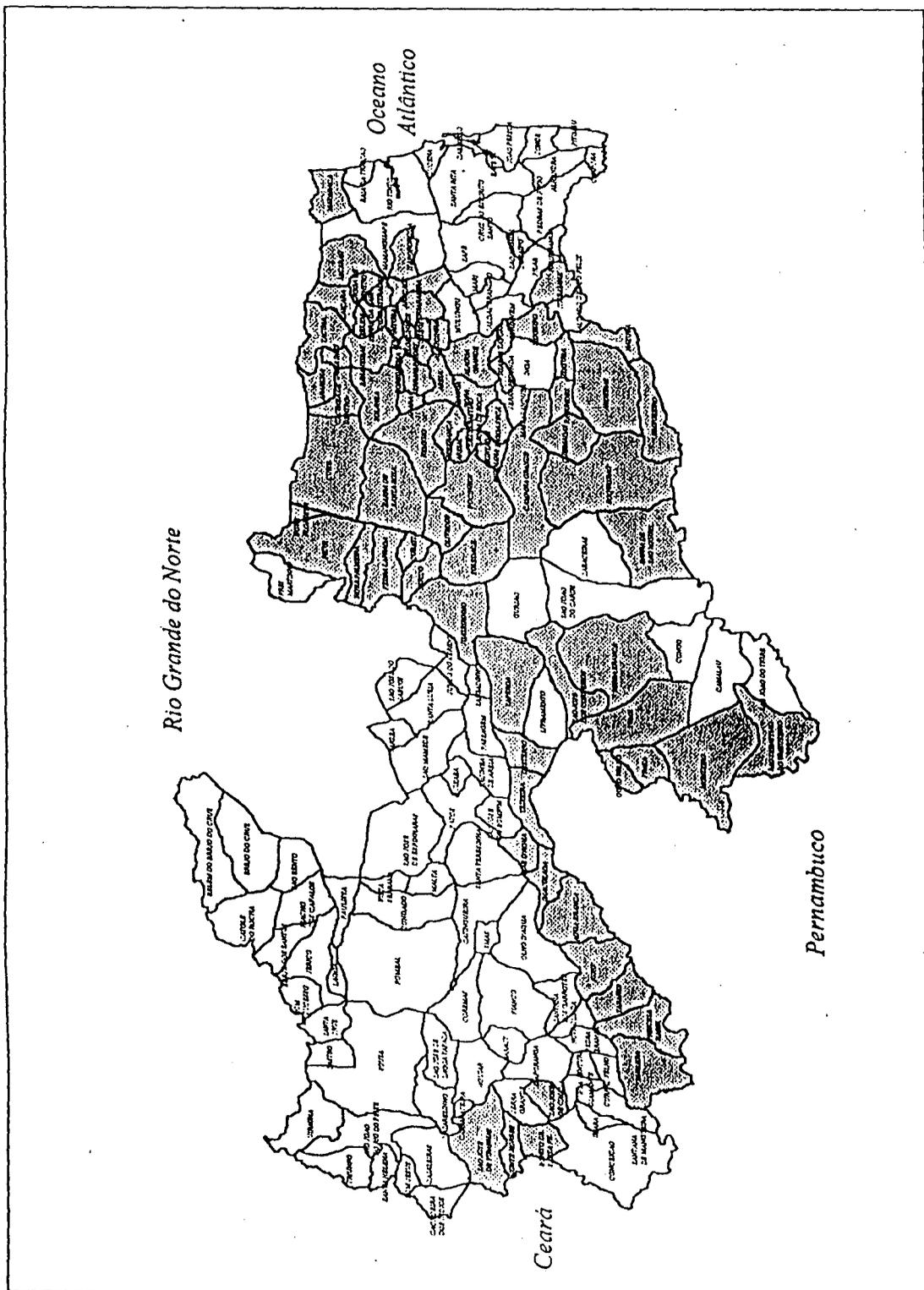


COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE 38 ACESSOS DO BANCO ATIVO DE
GERMOPLASMA DE SISAL DA EMBRAPA ALGODÃO. MONTEIRO, 1996.

ACESSOS	M.S.T.	PB	F.D.N.	F.D.A.	M.M.
IAC 0056	22,83	6,37	52,87	45,58	10,46
IAC	29,93	6,62	55,39	46,20	8,48
IAC 00	23,08	7,31	51,75	47,07	9,45
IAC 0034	20,85	6,15	49,39	43,24	11,13
IAC 0039	21,96	6,05	59,72	45,47	9,87
IAC 84001	21,82	5,69	47,27	47,27	9,15
IAC 84193	23,22	5,73	42,96	36,75	11,91
IAC 84051	21,43	5,65	57,18	47,76	8,36
IAC 0-101	25,04	8,20	59,48	39,78	9,40
IAC 84001-4	27,27	5,25	47,14	39,65	10,23
IAC 0067	21,61	5,89	53,15	40,71	10,55
IAC 193	24,22	6,03	58,37	45,20	10,36
IAC 84019	23,22	5,91	49,80	42,17	10,36
MUTANTE 1	21,95	7,08	48,93	39,22	9,28
MUTANTE PARAÍBA	20,57	6,70	48,97	40,09	10,72
MUTANTE BAHIA	21,59	5,51	50,13	41,86	9,38
HÍBRIDO PARAÍBA	23,24	5,48	52,14	42,90	10,60
HÍBRIDO 400 FOLHAS	21,49	5,10	50,26	43,61	10,32
HÍBRIDO R.NORTE	22,09	4,82	48,12	41,80	12,02
HÍBRIDO 11648	23,39	4,35	36,20	31,02	9,22
HÍBRIDO TANZÂNIA	21,45	4,97	43,23	39,08	13,50
HÍBRIDO QUÊNIA	22,56	5,12	44,30	38,06	11,13
TATUÍ 02	18,73	5,68	40,71	32,91	11,10
IAC 840096	21,54	5,29	56,54	45,70	8,87
IAC 0012	23,55	6,12	49,03	40,98	10,50
IAC 0089	22,90	4,53	46,01	36,34	7,86
IAC 0097	22,65	6,31	56,28	47,38	8,84
IAC 178	21,78	6,64	57,37	44,56	9,33
IAC 84003	22,83	8,70	60,62	50,41	7,33
IAC 00200	23,91	5,87	42,28	35,38	10,73
SISALANA	23,18	6,38	52,48	44,48	10,04
CABINHO	20,61	7,13	47,11	30,39	10,67
HÍBRIDO 01 R.NORTE	19,52	4,94	48,58	42,58	11,46
TATUI 01	15,41	6,20	35,32	30,51	12,45
TATUI 03	18,01	5,89	40,98	37,97	10,97
TATUI 04	18,36	5,74	40,89	33,53	11,61
ROXA MÉXICO	23,93	6,16	51,71	43,11	9,35
IAC 84005	24,83	6,31	51,15	42,05	10,10

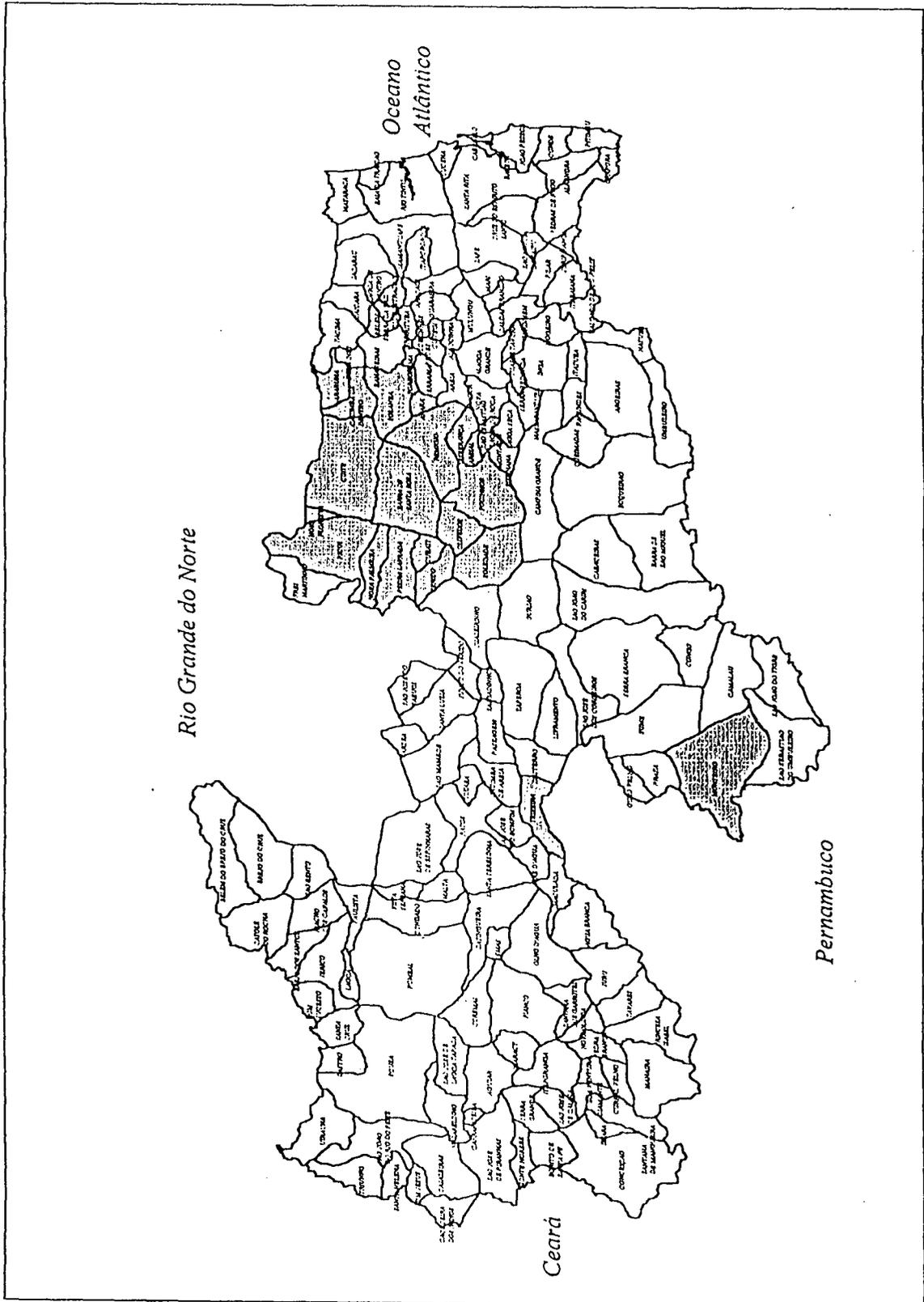
Matéria Seca Total (M.S.T.); Proteína Bruta (P.B.); Fibra Detergente Neutro (F.D.N.); Fibra em Detergente Ácido (F.D.A.) e Matéria Mineral (M.M.).

MUNICÍPIOS PRODUTORES DE SISAL – 1979



FONTE IBGE, 1997

MUNICÍPIOS PRODUTORES DE SISAL – 1996



FONTE IBGE, 1997