

Utilização de biomassa para briquetagem como fonte de energia alternativa e a disponibilidade deste recurso na região do Cariri-CE

Francisco Tarcísio Alves Junior (URCA) tarcisioalvesjr@yahoo.com.br

José Leonardo da Silveira Guimarães (URCA) leonardo.epurca@mailbr.com.br

Gilson Alves dos Santos (Petrobrás) alvesgilson@yahoo.com.br

Ana Maria Feitosa Leite (IBAMA/APA-ARARIPE) apaararipe@bol.com.br

Glauco Demóclito Tavares Barros (URCA) glhr@hotmail.com.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar o levantamento dos principais insumos utilizados como biomassa para geração de energia, e qual a sua demanda na região do Cariri cearense. Através de levantamento bibliográfico e pesquisa de campo, verificou-se que uma das maiores fontes de biomassa utilizada na região é a lenha de origem florestal. Observou-se também que resíduos de culturas agrícolas são utilizados como bioenergéticos, mas devido à sazonalidade dessas culturas e a insuficiência de recursos técnicos, essas são subutilizadas como biomassa.

Palavras-chave: Biomassa, Energia, Cariri-CE

1. Introdução

A forte relação de energia com o meio ambiente e com o modelo de desenvolvimento da humanidade tem resultado num forte movimento em prol de uma revolucionária modificação deste modelo energético, que incorpora, dentre outras ações maior utilização de tecnologias eficientes, ênfase ao uso de fontes renováveis e a busca da equidade (CLEMENTINO, 2001).

Diante das necessidades de sobrevivência e exploração de recursos naturais, o homem tem desenvolvido, ao longo dos anos, várias técnicas de aproveitamento dos recursos disponíveis e muitas dessas técnicas suscitam grandes questionamentos, quanto à sua eficiência e seus efeitos futuros. Desta forma, pode-se dizer que um dos problemas de maior impacto na vida do homem moderno é a busca do equilíbrio na utilização das fontes de energia.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2000), o uso sustentável e a valorização das florestas, como produtoras de bens e serviços ambientais, geradoras de emprego e renda, constituem a forma mais apropriada de promover a sua sustentabilidade e a proteção do patrimônio florestal brasileiro.

Conceitualmente as fontes de energia renováveis estão em perfeita consonância com o desenvolvimento sustentável e equilíbrio da natureza, pois estas são um verdadeiro tesouro, e sua exploração e pesquisas, quanto à utilização, fazem-se extremamente necessárias neste momento. No Brasil há um enorme potencial para ser trabalhado. As reservas do país formam um dos maiores aglomerados de riquezas ambientais do planeta.

Um dos recursos renováveis, que têm suscitado grande interesse da comunidade científica, é a Biomassa, que se define como toda a matéria orgânica susceptível de ser transformada em

energia (bioenergia). A biomassa constitui uma alternativa economicamente viável aos projetos tradicionais. As grandes centrais hidrelétricas têm causado ao longo das últimas décadas impactos sócio-ambientais irreparáveis no Brasil. A geração de energia a partir dos combustíveis fósseis também apresenta-se como opção insustentável, com efeitos ambientais adversos nos níveis local e global (BEZZON & IVENGO, 1999).

O grande potencial de biomassa existente no país, se usado para a geração de energia, proporcionará a diversificação das fontes utilizadas, a desconcentração dos meios produtores, a descentralização do local de geração e a preservação do meio ambiente e pode ser considerado a base para a criação de um modelo energético sustentável para o Brasil. A briquetagem é uma das alternativas tecnológicas para o melhor aproveitamento dos resíduos de biomassa, consistindo num processo de trituração e compactação que utiliza elevadas pressões para transformar os referidos resíduos em blocos denominados de briquetes, os quais possuem melhor potencial de geração de calor (energia) em relação aos resíduos *in natura*.

A micro região do Cariri-CE, situa-se no extremo sul do Estado do Ceará. A Floresta Nacional do Araripe-FLONA encontra-se dentro dessa micro região. Os municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, compõem o chamado Triângulo CRAJUBAR, sendo essa uma das porções mais industrializadas do interior do Estado. Grande parte da área desses três municípios também pertence à Área de Proteção Ambiental – APA da Chapada de Araripe.

A região do Cariri cearense é considerada o celeiro do Estado. O ambiente fisiográfico proporcionado pela Bacia Sedimentar do Araripe faz com ela se diferencie do semi-árido circundante, conferindo-lhe um caráter de oásis em meio à dura paisagem do sertão cearense (MONTEIRO & SANTOS JÚNIOR, 2001).

O recente processo de industrialização do Cariri cearense, vem despertando interesse de diversos setores no sentido de definir políticas, as quais possam permitir a exploração dos recursos naturais disponíveis na região e resguardar a biodiversidade local (FUNDETEC, 1999).

Em estudo realizado pelo Instituto Desert (2001), o semi-árido brasileiro representa 18% do território nacional e abriga 29% da população do País, representando cerca de 57% do território nordestino, e apresentando uma densidade demográfica de 20 hab./km², uma das mais elevadas tomando por base outras regiões semi-áridas do mundo.

Estudos da Fundação Cearense de Recursos Hídricos – FUNCEME, e Departamento de Recursos Ambientais – DERAM, revelam que cerca de 15.128,5 quilômetros quadrados de terras, o que correspondem a 10,2% do território cearense, estão suscetíveis ao processo de desertificação (SÁ, 2002).

O setor florestal gera cerca de 170 mil empregos diretos e 500 mil indiretos na região da APA da Chapada do Araripe, além de contribuir com 15% da renda global dos produtores. Também deve ser destacado que a lenha atende a 70% da demanda energética dos domicílios da região e que 35% do parque industrial têm na lenha sua fonte de energia primária. (CAMPELLO et al., 2000).

Como todo processo de desenvolvimento econômico e social provoca um aumento da demanda de energia, torna-se necessário elaborar estudos que possam indicar saídas no sentido de equacionar a difícil relação entre "crescimento econômico x ecossistema em equilíbrio".

2. Metodologia

A pesquisa está sendo desenvolvida junto aos órgãos e empresas do setor público, privado e instituições de controle ambiental. A área delimitada para o estudo está compreendida entre os

municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Inicialmente foi realizado um levantamento de dados junto ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, visando coletar informações teóricas sobre a quantidade de manejos florestais autorizados, dados sobre o perfil das empresas consumidoras de combustíveis sólidos (biomassa agroflorestal), e definir quais as culturas mais importantes na região no que diz respeito à produção de biomassa.

Também foram realizadas visitas técnicas às empresas consumidoras de biomassa, aplicando questionário, com indagações sobre a produção, regime de trabalho, número de funcionários, consumo de combustíveis no processo produtivo e outros, com o intuito de coletar dados estatísticos sobre biomassa e seu mercado consumidor na região.

3. Biomassa como fonte de energia

São chamados de Biomassa todos os organismos biológicos que podem ser aproveitados como fontes de energia: lenha e carvão vegetal, alguns óleos vegetais (amendoim, soja, dendê), a cana-de-açúcar, a beterraba (dos quais se extrai álcool), o biogás (produzido pela biodegradação anaeróbica existente no lixo e dejetos orgânicos) etc. (CARIOCA & ARORA, 1984).

A Biomassa para briquetagem é formada pela combinação de dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera e água (H_2O), absorvida pelas raízes das plantas na fotossíntese clorofiliana, que produz os hidratos de carbono (CH_2O). Através da reação química básica: $\text{fóton} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} > (\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2$, a energia solar é armazenada nas ligações químicas dos componentes estruturais da biomassa (VASCONCELOS, 2002).

Segundo Staiss & Pereira (2001), a biomassa pode ser transformada, pelas diferentes tecnologias de conversão, em biocombustíveis sólidos, líquidos ou gasosos e, finalmente, nos produtos finais: energia térmica, mecânica e elétrica. Se a biomassa for queimada de modo eficiente, há produção de dióxido de carbono e água. Portanto, o processo é cíclico e por este motivo a biomassa é considerada um recurso renovável.

O processo de briquetagem ou a transformação de madeira em briquetes, consiste na trituração da madeira (moagem) e posterior compactação a elevadas pressões, o que provoca a elevação da temperatura do processamento na ordem de 100°C . O aumento da temperatura provoca a "plastificação" da lignina, substância que atua como elemento aglomerante das partículas de madeira. Para que esta aglomeração tenha sucesso, necessita da presença de uma quantidade de água, compreendida entre 8 a 15% de umidade, e que o tamanho das partículas esteja entre 5 a 10mm. O produto final deste processo tem formato de blocos (tijolos = "brick"), ou cilindros compactados chamados de briquetes, sendo uma excelente fonte de energia, usada já há algum tempo na indústria, apresentando inúmeras vantagens em relação à lenha tradicional.

Os briquetes têm um poder calorífico duas vezes maior do que o da lenha, com o espaço de armazenagem reduzido, possibilitando assim a manutenção de estoques reguladores e de emergência. O processo de briquetagem utiliza resíduos após a moagem, por isso este processo pode ser desenvolvido usando-se de diversos tipos de resíduos agrícolas, industriais e urbanos. Em princípio, todos os resíduos agro-industriais ligno-celulósicos podem ser usados na fabricação de briquetes (BRIQUETES, 2001).

Alves Junior & Santos (2002) afirmam que a utilização da biomassa através de briquetes pode resultar num modelo que dê sustentabilidade a um sistema empresarial urbano e rural, garantindo a autonomia energética de uma pequena comunidade, funcionando como um fator de desconcentração de renda e descentralização do poder, visto que a capacidade produtiva de uma região está intimamente ligada ao potencial energético.

4. Panorama energético e ambiental

No Brasil, a biomassa pode ser considerada o primeiro combustível a ser usado em larga escala, principalmente tendo em vista a disponibilidade de recursos. Essa utilização pioneira, com tecnologia rudimentar, consumia a lenha coletada em áreas que foram sendo desmatadas desde o início da colonização (século XVI), como fonte de calor para a cocção de alimentos e para a produção artesanal de carvão vegetal. Naquele momento, a exploração era feita de forma predatória. Cabe destacar que havia mesmo uma economia de subsistência, que não trazia grandes prejuízos em termos de perda de áreas florestais.

Segundo Patusco (2001), no século XX, no início da década de 40, a biomassa era responsável por cerca de 83% da Oferta Interna de Energia – OIE do Brasil, dos quais 81% correspondentes a lenha e 2% a bagaço de cana.

Até aquela década, a lenha era utilizada intensamente nas residências brasileiras, nos pequenos estabelecimentos industriais e no transporte ferroviário e marítimo, dividindo com o trabalho humano e animal a predominância das fontes primárias de energia no Brasil. O processo de industrialização, a modernização da agricultura e a urbanização acelerada do país forçaram uma demanda por formas de energia mais eficientes e de fácil transporte (eletricidade e petróleo), em substituição à biomassa, que não apresentava tais características. O Brasil repetia o que já ocorrera nos países industrializados, com a exceção de que aqui, o carvão mineral e o gás natural não passaram a ter papel importante como fonte energética.

Com o uso crescente dos derivados de petróleo, logo acompanhados da grande expansão da hidroeletricidade, a biomassa passa a diminuir de participação década após década, como demonstra a Tabela 1.

Oferta Interna de Energia - %			
FONTES	1940	1970	1996
Petróleo e Gás Natural	6,1	33,3	35,2
Carvão Mineral	6,2	4,6	5,2
Hidráulica	4,9	15,8	38,3
Lenha	80,5	42,6	9,6
Produtos da Cana	2,3	3,7	10,2
Outras	0,0	0,0	1,6

Fonte: Patusco (2001)

Tabela 1 – Oferta Interna de Energia no Brasil

O Brasil passou a depender de uma matriz energética 73% não-renovável e, além do mais, que não é auto-suficiente (Petróleo e Gás Natural) e que provoca grandes impactos sócio-ambientais (Hidráulica).

Nos últimos 30 anos o consumo de energia praticamente duplicou, e é previsto que no ano 2020 aumente pelo menos 50% relativamente ao consumo registrado em 1990. Segundo os dados, é previsto ainda que as reservas de combustíveis fósseis estejam esgotadas dentro de poucas dezenas de anos (PATUSCO, 2001).

As preocupações ambientais, a nível mundial, orientam-se principalmente para um esforço na redução dos níveis de CO₂ na atmosfera e conseqüente redução do efeito estufa no planeta e de todos os malefícios daí resultantes. A bioenergia contribui para este esforço em curso com a redução dos níveis de CO₂.

Estudos do Banco Mundial alertam que as fontes alternativas de energia renovável também estão ameaçadas. Esses estudos indicam que 50 a 60% da energia consumida em países em

vias de desenvolvimento na Ásia, e 70 a 90% da energia consumida em países em vias de desenvolvimento na África, provêm de madeiras das florestas (INSTITUTO DESERT, 2001)

Segundo a mesma fonte, metade da população mundial consome madeira ou carvão vegetal para cocção dos alimentos. Este consumo é tão elevado que mesmo a floresta tropical é incapaz de se regenerar naturalmente, e a desertificação está se alastrando em todo o Planeta.

De acordo com o Ministério das Minas e Energia, segundo Patusco (2001), no ano de 1998 foram empregados em nosso país em torno de 114 milhões de metros cúbicos sólidos de madeira na produção de carvão vegetal, representando 67% do total de madeira usada para energia no Brasil naquele ano. Com esse volume se conseguiu uma produção de aproximadamente, 10 milhões de toneladas de carvão vegetal.

Brito (1990) ressalta que a produção de carvão vegetal no Brasil é a maior do mundo e atende a demanda dos setores industriais (cimento, metalurgia, siderurgia etc.) e a utilização residencial e urbana, sendo o maior consumo registrado na siderurgia (87% do total). Os processos empregados, para a obtenção do carvão são, em sua maior parte, semelhantes aos processos utilizados a mais de um século.

A conversão da lenha em carvão vegetal através da pirólise, decomposição térmica de materiais contendo carbono, na ausência de oxigênio, é de no máximo 40% (CARIOCA & ARORA, 1984).

5. Disponibilidade de bioenergéticos agroflorestais

Para atender a demanda crescente de Biomassa, os diversos setores da economia local têm utilizado extensivamente a madeira extraída da Floresta do Araripe, da Chapada, do cerrado, da caatinga, dentre outras (ver Tabela 2).

Formações/ Tipologias florestais	Área explorável total (ha)	Produção energética total (st)	Produção sustentável (st/ano)
Mata Úmida	4.719,05	240.624,36	24.062,43
Cerradão	9.322,51	2.172.890,60	217.289,06
Cerrado	15.956,30	1.377.507,37	137.750,73
Carrasco	92.920,24	8.423.219,75	842.321,97
Mata Seca	16.922,48	-	-
Caatinga Arbustiva	64.444,20	2.284.546,89	152.303,12
Caatinga Arbustiva/ Arbórea	127.454,97	7.378.368,21	491.891,21
Caatinga Arbórea	91.851,10	7.732.025,59	515.468,37
Mata Secundária	5.501,63	-	-
Transição Cerradão/Carrasco	57.739,78	5.234.111,05	523.411,10
Total	486.832,26	34.843.293,82	2.904.497,99

Fonte: Campello et al. (2000)

Tabela 2 – Produção florestal sustentada da APA chapada do araripe, com finalidade energética.

É possível a redução do consumo de biomassa de origem da APA da Chapada do Araripe pela utilização de forma mais eficiente desta. A substituição da lenha em sua forma natural, por briquetes produzidos com madeiras de manejos florestais autorizados pelo IBAMA é uma das soluções possíveis, visto que a briquetagem concentra em até 2 vezes o poder calorífico da lenha e pode aproveitar também os resíduos florestais que resultam da retirada da mesma.

Em relação à produção agrícola, temos diversos resíduos agro-industriais na região que são capazes de produzir biomassa para briquetagem, podendo-se destacar: o amendoim, o arroz, a

cana-de-açúcar, o coco-da-baía, o feijão e o milho. A tabela 3, demonstra a produção em toneladas/ano de cada uma dessas culturas nas três cidades que compõem o Triângulo CRAJUBAR.

CULTURAS AGRÍCOLAS	PRODUÇÃO MUNICIPAL (ton./ano)					
	BARBALHA		CRATO		JUAZEIRO DO NORTE	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Amendoim (em casca)	7	9	405	576	1	5
Arroz (em casca)	417	1004	1180	3690	511	850
Cana-de-açúcar	147000	147000	45000	48000	4524	4350
coco-da-baía	78	76	120	124	80	80
Feijão (em grão)	316	676	301	726	27	202
Milho (em grão)	936	3300	1154	2673	95	538

Fonte: Iplance (2001)

Tabela 3 – Produção Agrícola nos anos de 1998 e 1999

Das principais culturas da região a de maior produção de biomassa é a cana-de-açúcar, porém o bagaço de cana é praticamente, todo utilizado na produção de energia térmica nas destilarias e engenhos de rapadura da região. Quanto às demais culturas agrícolas, há uma maior quantidade de materiais que podem ser utilizados como biomassa para briquetagem.

6. Demanda por biomassa para briquetagem

Quanto ao mercado consumidor, verificou-se que diversos setores da economia da região utilizam combustível sólido como principal fonte energética, podendo-se destacar: o setor de panificação, setor de cerâmica estrutural, setor de álcool/açúcar, setor alimentício, setor de plásticos e borrachas.

O recente processo de industrialização local trouxe para a região diversas empresas do ramo de calçados de borracha, transformando-a no terceiro pólo calçadista do país. Esse processo associado ao já instalado setor de cerâmica estrutural e panificação, transformou a micro região em um dos maiores pólos consumidores de combustíveis sólidos de origem agroflorestal do Nordeste Brasileiro.

Apesar dos esforços governamentais para controlar e monitorar a utilização dos recursos naturais, o extrativismo de madeira é uma atividade que possui características de difícil fiscalização e controle. Além disso, vários aspectos sócio-econômicos estão ligados a essa atividade, tais como: agricultura de subsistência, baixo custo da matéria-prima e de mão-de-obra, baixo nível de escolaridade dos agricultores, dentre outros.

A soma dos fatores sociais com a pressão provocada pelo aumento desordenado da demanda de energia, alimentado por uma política de desenvolvimento que prioriza proporcionar o lucro ao proprietário, em detrimento dos meios e dos agentes, estão provocando um aumento da extração predatória de madeira em diversas localidades da micro região do Cariri-CE. De acordo com pesquisa de campo o setor de cerâmica estrutural consome cerca de 4.110 st/mês (st: metro estere, equivalente a m³) de lenha somente na região do Cariri-CE. O setor de panificação consome cerca de 206 st/mês, enquanto estima-se que os demais setores consumam em torno de 10.000 st/mês.

O setor de panificação que era um dos principais consumidores da região, vem, ao longo dos anos, substituindo os fornos a lenha por fornos a GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) e fornos elétricos, sendo esse o único setor da economia local que apresenta tendência de redução de consumo de madeira. Os demais setores, apesar do desenvolvimento tecnológico atual,

apresentam uma tendência de crescimento de demanda, visto que, em algumas atividades do parque industrial local, a exemplo do setor de cerâmica estrutural, ainda se utiliza técnica rudimentar de produção.

Com relação ao consumo domiciliar, demonstrado anteriormente, na região Nordeste a lenha e o carvão vegetal são bastante utilizados nas propriedades rurais, cerca de 70%, constituindo-se um nicho de mercado considerável. De acordo com estudos realizados por Caselli e Nunes (2003), as propriedades rurais do Cariri consomem, em média, 1,35 st de lenha/mês e 0,63 saco de carvão vegetal/mês por propriedade, sendo as embalagens utilizadas pelos agricultores no acondicionamento e/ou transporte de grãos (milho, arroz, feijão etc.) com capacidade de aproximadamente, 60 kg de grãos. Se multiplicarmos estes valores pela soma das propriedades rurais do Triângulo CRAJUBAR, que são 3.137, teremos um consumo médio total aproximado de 4.234,95 st de lenha/mês e 1.882,2 sacos de carvão vegetal/mês.

Verifica-se que a utilização da lenha é bem maior, levando em consideração que para a produção de carvão vegetal é de três para um, ou seja, 3 st de lenha produz apenas 1 metro cúbico de carvão vegetal (FUNDETEC, 1999; CARIOCA & ARORA, 1984).

7. Considerações finais

Os dados obtidos revelam que, uma das soluções para minimizar o consumo de madeira na forma de lenha ou carvão é a introdução de briquetes. Apesar de significativa a produção de biomassa de resíduos agro-industriais, esta não é suficientemente capaz de atender a demanda da região e eliminar completamente o consumo de madeira como bioenergético.

Outra solução, seria a substituição parcial da lenha pela utilização de briquetes fabricados com resíduos agro-industriais e briquetes fabricados com a própria lenha.

A associação dessas duas fontes de biomassa resultaria numa significativa redução do consumo de lenha, o que poderia tornar o processo de extração de madeira da Floresta do Araripe auto-sustentável. Estima-se que uma fábrica produtora de briquetes, com capacidade para produzir até 5 ton/dia, é perfeitamente viável para a região. Certamente a implantação de um sistema híbrido (lenha + resíduos) resultará em expressivos benefícios ao ecossistema local, principalmente se forem analisados sobre a ótica futura dos aspectos ambientais e sócio-econômicos.

O estudo, ainda em andamento, sobre biomassa sólida na região do Cariri cearense, vem demonstrando bons resultados e despertando o interesse dos órgãos governamentais e privados ligados aos setores envolvidos no tema em questão.

É imprescindível a continuação e o aprofundamento da pesquisa científica sobre esta importante fonte de energia alternativa e renovável, que é a biomassa.

8. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA/Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe – APA Araripe

A Universidade Regional do Cariri – URCA.

Referências

ALVES JUNIOR, F. T. & SANTOS, G. A. (2002) - *Potencial de geração de biomassa para briquetagem e o perfil do mercado consumidor deste insumo na região do Cariri-CE. In: II Congresso Ibero-Americano de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Florestais & I Seminário em Tecnologia da Madeiras e Produtos Florestais Não-Madeiráveis*, FUPEF, Curitiba.

- BEZZON, G. & IVENGO, C. A. (1999) - *Carvão vegetal derivado de resíduos agroflorestais: uma alternativa energética. Grupo combustíveis alternativos*, São Paulo.
- BRIQUETES (2001) - Disponível em: <http://www.briquetes.com.br>>. Acesso em: 03 dez. 2001.
- BRITO, J. O. (1990) - *Princípios da Produção e utilização do carvão vegetal de madeira*. Documentos Florestais, USP, Piracicaba.
- CAMPELLO, F. C. B. et al. (2000) - *Avaliação dos recursos florestais da Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe*. Crato, MMA.
- CARIOCA, J. O. B. & ARORA, H. L. (1984) - *Biomassa: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas*. UFC, Fortaleza.
- CASELLI, F. T. R. & NUNES, A. M. L. (2003) - *Estudo da viabilidade de implantação de biodigestor para geração de energia, biofertilizante e saneamento nas propriedades rurais da região do Cariri*. Relatório final PIBIC/Funcap/URCA, Crato (mimeogr.).
- CLEMENTINO, L. D. (2001) - *A Conservação de energia Por Meio da Co-Geração de Energia Elétrica*. Érica, São Paulo.
- FUNDETEC. (1999) - *Política Ambiental e Gestão dos Recursos Naturais para a Bio-região do Araripe*. Fundetec, Crato.
- IPLANCE. (2001) - *Anuário Estatístico do Ceará 2000*. Iplance, Fortaleza.
- INSTITUTO DESERT. (2001). *Desertificação no Brasil: Dimensões, Impactos e Soluções*. Teresina. Disponível em: <<http://www.desert.org.br>>. Acesso em: 11 dez. 2001.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA (2000). *Programa Nacional de Floresta-PNF*. Gráfica e Editora Ipiranga, Brasília.
- MONTEIRO, Â. M. C. & SANTOS JÚNIOR, J. N. (2001). *Estudos da Competitividade do sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar da Região do Cariri*. BNB, Fortaleza.
- PATUSCO, J. A. M. (2001). *Biomassa e geração elétrica*. MME, Brasília.
- SÁ, R. (2002). *10% do Ceará em risco de desertificação*. O POVO. Fortaleza, 08 de jul. 2002. Caderno 1.
- STAISS, C. & PEREIRA, H. (2001). *Biomassa: energia renovável na agricultura e no sector florestal*. Agros, Lisboa. Disponível em: <<http://aewww.isa.utl.pt/agros/pdf/biomassa.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2002
- VASCONCELLOS, G. F. (2002). *Biomassa: A eterna energia do futuro*. SENAC, São Paulo.