AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

MANEJO SUSTENTÁVEL DA CAATINGA PARA PRODUÇÃO ECONÔMICA DE BIOMASSA VEGETAL

MARCELO OLIVEIRA TELES DE MENEZES; ROGÉRIO CÉSAR PEREIRA ARAÚJO;

PRODEMA/UFC

FORTALEZA - CE - BRASIL

rcpa@ufc.br

PÔSTER

Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável

MANEJO SUSTENTÁVEL DA CAATINGA PARA PRODUÇÃO ECONÔMICA DE BIOMASSA VEGETAL

Grupo de Pesquisa: 6 – Agropecuária, Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Resumo

Devido às suas dimensões continentais e às condições ambientais dos trópicos (temperatura e umidade elevadas), o Brasil tem alta biodiversidade e grande potencial de produção de biomassa. A biodiversidade oferece uma grande variedade de produtos que podem ser explorados, tais como a biomassa vegetal, que pode ser utilizada como madeira para móveis e construção civil, fabricação de celulose (papel), lenha, carvão, combustível além de servir de matéria-prima para artesanato. Apesar disso, esse potencial produtivo é subutilizado no Brasil. O setor florestal brasileiro não aproveita sua biodiversidade, utilizando apenas monoculturas de espécies exóticas. Sua produção madeireira é pequena, considerando que se trata do país com a 2ª maior extensão de florestas do mundo. Este trabalho analisa a viabilidade da produção de biomassa vegetal (com enfoque especial para a madeira) na caatinga brasileira, bioma erroneamente considerado como pobre em biodiversidade e de baixa produtividade primária. O potencial de produção madeireira poderia ser aproveitado através de um plano de manejo adequado, com rotatividade de parcelas e gerenciamento integrada da biodiversidade.

Palavras-chaves: Caatinga, Gestão, Biomassa, Sustentabilidade

Abstract
Due to its continental dimensions and the tropical environmental conditions (high temperature and humidity), Brazil has high biodiversity and great potential of biomass production. The biodiversity offers a great variety of products that can be explored, such as the vegetal biomass, which can be used as wood for furniture and building construction, making cellulose for paper mill, firewood, coal, biofuel, besides serving as raw material for workmanship. The Brazilian forest sector does not take advantage of its biodiversity, only making use of the exotic species in monocultures. The Brazilian lumber production is low, considering that it is the country with the second largest forest area in the world. This paper analyzes the feasibility of the vegetal biomass production (with special emphasis to the wood) in the Brazilian caatinga, bioma mistakenly considered as poor in biodiversity and low primary productivity. The potential of lumber production could be taken advantage of an adequate management plan, with rotation of parcels and integrated management of the biodiversity.

Key Words: Caatinga, Management, Biomass, Sustainability

1. INTRODUÇÃO

Os países da América tropical tanto utilizam práticas degradadoras da biodiversidade quanto subutilizam seu potencial produtivo. Porém, deve-se destacar que a biodiversidade oferece vários produtos que podem ser explorados economicamente, sem contar com aqueles de não-mercado (Leff, 2000). A biomassa vegetal[1], que é produto da biodiversidade, fornece a celulose (para fabricação de papel), madeira (para móveis e construção civil), lenha, combustível (álcool e biogás), além disso, serve para confecção de utensílios, ferramentas, e de matéria-prima para artesanato (MAIA, 2004).

Devido a sua dimensão continental e ao fato de situar-se na zona tropical, o Brasil abriga uma riquíssima biodiversidade e tem grande potencial de produtividade primária líquida[2], tanto que o País é detentor da segunda maior área de florestas do mundo. Em nosso território encontram-se cerca de 12% das florestas (nativas e plantadas) do planeta, ou seja, 478 milhões de hectares de floresta (FAO, 2005).

A produção comercial de madeira em larga escala no Brasil teve início no final dos anos 60, utilizando o pinheiro (*Pinus* spp., família Pinaceae) e o eucalipto (*Eucalyptus* spp., família Myrtaceae). Antes disso, a demanda industrial de madeira era suprida pelas florestas nativas (BRDE, 2004). Esta produção foi incentivada pelo marco jurídico e institucional estabelecido pelo Código Florestal (lei n.º 4.771/1965), a instituição do Incentivo Fiscal para Reflorestamento (1966) e a criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (1967).

A evolução das plantações de pinheiro e eucalipto no Brasil, entre 1969 e 1994, se caracterizou por apresentar oscilações representadas por expansão e retração da área plantada, intercaladas por picos de aumento de área bem acima da média. Segundo dados da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (2002), em 1969 havia cerca de 50 mil hectares de florestas plantadas no Brasil, experimentando nos anos seguintes crescimento significativo. Porém, nos anos de 1981, 1990 e 1993 observou-se picos de aumento de área correspondentes a 500, 400 e 900 mil hectares, os quais não se sustentaram nos anos imediatamente posteriores. Este comportamento caracteriza a instabilidade do comércio madeireiro no Brasil (Figura 1 do Anexo).

O Brasil é o quarto país do mundo em extensão de florestas plantadas, detendo cerca de 5% da área plantada mundial. No período de 1990 a 2005, houve um aumento de área de aproximadamente 0,4%, passando de 5.070.000 hectares em 1990 para 5.384.000 ha em 2005 (FAO, 2005). As principais árvores utilizadas para produção de madeira são o pinheiro (*Pinus* spp.) e o eucalipto (*Eucalyptus* spp.) ambas espécies nativas de ambientes temperados que apresentam boa qualidade de madeira e rápido

[1] **Biomassa vegetal** é a massa corpórea de um organismo, de uma população ou mesmo de uma comunidade vegetal gerada a partir da conversão (pela fotossíntese) de matéria inorgânica em matéria orgânica (RICKLEFS, 2003).

[2] Os seres fotossintetizantes como os vegetais captam a energia solar e a utilizam para gerar carboidratos. Esses carboidratos fornecem energia para o funcionamento das funções vitais dos vegetais e são a matéria-prima do corpo do vegetal. Esse processo de assimilação da energia solar no corpo do vegetal é conhecido como **produtividade primária líquida** (RICKLEFS, 2003).

crescimento, principalmente em regiões tropicais. No Brasil, o pinheiro e eucalipto respondem respectivamente por 34,5% e 60% da área de florestas plantadas. As demais espécies utilizadas – Acácia, Araucária, Teca, Populus e Seringueira – somadas representam somente 5,5% da área plantada (SBS, 2007).

O Brasil possui uma escassez de oferta de madeira, que faz com que haja uma pressão sobre os estoques naturais levando ao desflorestamento. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2005), o Brasil possui a maior taxa anual de desmatamento, que no período de 2000 a 2005 ocasionou uma perda líquida média de 3.103.000 hectares de floresta por ano. Outros fatores também contribuem para o desmatamento das florestas nativas tais como o avanço da fronteira agrícola para a implantação de plantações de monoculturas de exportação (soja, cana-de-açucar etc.) e a conversão das terras de matas em áreas de pastagens para dar suporte à expansão da pecuária. Esse quadro é preocupante, pois a perda de florestas nativas põe em risco a manutenção da biodiversidade.

No contexto nacional, as maiores áreas de florestas plantadas estão localizadas nas regiões Sul, Suldeste e Centro-Oeste. As menores áreas plantadas encontram-se nas regiões Norte e Nordeste, fazendo com que haja um déficit maior de madeira nessas regiões e, consequentemente, induzindo ao desmatamento das matas nativas. Porém, na região Norte, dar-se uma ênfase maior à preservação das florestas devido aos programas governamentais e as ações das organizações não-governamentais nacionais e internacionais presentes na região. Por outro lado, na região Nordeste, poucas ações efetivas foram implementadas na busca da preservação da caatinga. Isto fica evidente pela diferença na definição da área de reserva legal nessas regiões: enquanto na Floresta Amazônica, a área de reserva legal corresponde a 80% da propriedade, na caatinga a área de reserva legal é de 20% (Código Florestal, Lei 4.771/1965 – art. 16). Como resultado, estima-se que cerca de 50% da cobertura vegetal original da caatinga tenha sido perdida (ASSOCIAÇÃO CAATINGA, 2008).

Segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS, 2007), na região Nordeste, apenas os estados da Bahia, Pernambuco, Maranhão e Piauí possuem algum tipo de floresta plantada. A Bahia encontra-se entre os 10 estados com maior área plantada de *Pinus* e *Eucalyptus*, com uma área de 238.390 hectares ou 9,4% da área total plantada (Tabela 2 do Anexo). Apesar disso, as matas nativas na região Nordeste ainda são exploradas intensivamente para a produção de lenha e carvão. Por exemplo, no município de Araripe, localizada na fronteira entre Ceará e Pernambuco, o consumo de lenha chega a marca de 30.000 m³/mês, correspondendo a uma taxa de desmatamento de 25 ha/dia (MMA, 2000).

Assim, a caatinga se constitui em um bioma desamparado de arcabouço legal e institucional forte que promova a preservação desse ecossistema, portanto está ameaçada de desaparecer como resultado do desmatamento. Além disso, a falta de tradição em silvicultura na região, o desconhecimento dos benefícios dos sistemas agroflorestais, a difusão das monoculturas e a falta de informação no meio rural, contribuem para intensificar o problema (MMA, 2000).. Faz-se necessário, portanto um planejamento da produção madeireira no Nordeste para atingir um nível de produção ecologicamente sustentável que atenda à demanda regional – sem, contudo pôr em risco as matas nativas. No caso específico do desmatamento determinado pela pressão da

demanda por madeira, uma alternativa seria aumentar a área de florestas plantadas. Porém, esta opção pode originar outros problemas, caso o modelo adotado seja a substituição de florestas nativas por monoculturas de pinheiros e eucaliptos (SÁ, 2002).

Para evitar tais problemas, deve-se desenvolver um plano de manejo que concilie a produção de madeira com a manutenção do ecossistema, eliminando assim o corte drástico das matas nativas. Isto é possível através do uso integrado da biodiversidade proposto por Leff (2000). Essa forma de exploração tem como princípio básico o aproveitamento máximo da biodiversidade, explorando simultaneamente o máximo possível de produtos, mantendo sistemas agroflorestais em vez de monoculturas. Em princípio, o sistema agroflorestal poderia ser considerado sustentável, pois tornaria compatível a produção de madeira com a preservação da biodiversidade à medida que se promoveria a conservação em caráter difuso[3] (LEFF, 2000). Do ponto de vista econômico, o custo de oportunidade[4] de se manter a terra com mata nativa, ou seja, de evitar o desmatamento para plantio de uma monocultura seria compensado, em parte pelos benefícios oriundos da exploração simultânea de vários outros produtos florestais.

Procurando entender melhor essas questões, este artigo tem como objetivo discutir os fatores que podem afetar o desempenho de um modelo agroflorestal voltado para a produção de biomassa vegetal das plantas nativas da caatinga, específico para o semi-árido nordestino. Para isto, são analisadas as condições ambientais que afetam a produtividade de biomassa na caatinga, destacando-se seus fatores limitantes; em seguida, com base em dados de diferentes pesquisas, é construída uma função de crescimento para as espécies nativas da caatinga, comparando-a com as das espécies exóticas; depois disto, apresentam-se práticas de manejo agroflorestal para a caatinga e experiências desenvolvidas no semi-árido nordestino.

2. PRODUÇÃO DE BIOMASSA DA CAATINGA

Condições Ambientais

A caatinga é um bioma da região semi-árido que ocupa 11% do território nacional, abrangendo o norte do estado de Minas Gerais e todos os estados da região Nordeste, com exceção do Maranhão (MMA, 2000).

Segundo caracterização feita pelo ministério do Meio Ambiente (MMA, 2000), a caatinga apresenta temperatura variando de 24 a 28 ºC e precipitação média entre 250 e 1000 mm anuais, sendo marcada por uma forte sazonalidade. Em geral, maior parte das chuvas ocorre no período de janeiro a maio (verão-outono), e durante o período de julho a novembro a precipitação cai, passando a níveis inferiores ao da evapotranspiração,

[3] Leff (2000) refere-se à conservação difusa como uma forma mais abrangente de conservação da natureza, pois na sua abordagem não haveria exploração predatória, portanto a biodiversidade não estaria sob ameaçada, tornando as unidades de conservação obsoletas.

[4] Custo de oportunidade é aquilo que se perde ou se deixa de ganhar por não aplicar os recursos no melhor uso alternativo. Nesse caso é o quanto se deixa de ganhar de benefício econômico por não converter a terra de mata para seu melhor uso produtivo, por exemplo a atividade agrícola mais lucrativa.

provocando assim um déficit hídrico elevado. Esse regime pluviométrico faz com que a maioria dos rios da região sejam intermitente e que tenham vazões limitadas (principalmente na estação seca), insuficientes para irrigação.

A vegetação do bioma é constituída, em geral, por espécies lenhosas e herbáceas, de pequeno e médio porte (embora também haja fisionomias de porte arbóreo), geralmente caducifólias, que perdem suas folhas no início da estação seca, e por cactáceas e bromeliáceas. Quanto à flora, ocorrem na Caatinga 932 espécies, das quais 380 (40%) são endêmicas, ou seja, exclusivas da Caatinga (MMA, 2002).

Do ponto vista geológico, aproximadamente 50% do território da caatinga é de origem sedimentar e os outros 50%, cristalinos. No caso do Estado do Ceará, mais de 80% do território é de origem cristalina, de modo que é comum no estado a ocorrência de Neossolos Litólicos ou outros tipos de solos rasos.

Essas condições ambientais impõem limitações à produção de madeira a partir do bioma caatinga no Nordeste, que podem ser resumidos em dois fatores mais relevantes: a sazonalidade das chuvas com baixas médias anuais; e os solos rasos da região semi-árida.

Quanto ao primeiro fator, a maioria das plantas da Caatinga são adaptadas à sazonalidade de chuvas com a deciduidade foliar (Barbosa; Barbosa; Lima, 2003). A perda de folhas na estação seca impede as plantas de realizarem a fotossíntese e, consequentemente, de aumentarem sua biomassa. Isso é um grande empecilho à produção de madeira com florestas plantadas (monoculturas), uma vez que essa forma de produção necessita de grande quantidade de água para um crescimento constante e economicamente atraente (POGGIANI, 1982).

No que se refere à profundidade dos solos da região, em geral, apesar de serem férteis, os solos da região nordeste são rasos (salvo algumas exceções) devido ao embasamento cristalino (principalmente no caso do Ceará). O pleno desenvolvimento do sistema radicular de uma árvore de grande porte como o pinheiro ou eucalipto demanda solos profundos. Desse modo, a pouca profundidade dos solos do nordeste também contribuiriam para um crescimento limitado dessas árvores.

Esses dois fatores limitantes, principalmente o regime pluviométrico, podem inviabilizar uma produção de madeira como o eucalipto no Nordeste. Essas plantas poderiam não suportar a estiagem sazonal anual, e padecerem gerando prejuízo. Teoricamente, essa limitação hídrica poderia ser contornada com irrigação, mas na prática, essa solução teria custo monetário elevado, além de poder trazer perigo de salinização do solo – problema comum no semi-árido nordestino devido ao conteúdo de sais na água e no solo da região (SUASSUNA, 1996).

Produção de Biomassa

A caatinga é detentora de grande diversidade de espécies vegetais, que possuem várias utilidades e grande importância ecológica (Sampaio; Sampaio, 1999; Maia, 2004). A mata nativa permite a exploração econômica de vários produtos, como frutas, fibras, látex, ceras, produtos medicinais e madeira; fornece alimento para a fauna nativa, inclusive abelhas, dando suporte à produção de mel; serve de forragem para gado caprino, ovino e bovino; protege o solo da erosão (mais do que as plantações);

regulariza o abastecimento de sistemas hídricos por reduzir o escoamento superficial e por reter água no solo; mantém o estoque genético das plantas nativas, além de ser o hábitat natural da fauna nativa (SAMPAIO; SAMPAIO, 1999).

No entanto, o potencial produtivo da Caatinga é subutilizado, e pouco se conhece sobre o potencial econômico de suas espécies. Existem poucos estudos científicos sobre essa temática na região Nordeste. Os primeiro estudos sobre reflorestamento com espécies nativas e manejo florestal na Caatinga, foram realizados pelo DNOCS nos anos 60 e 70, sob o comando do Engenheiro Agrônomo Carlos Bastos Tigre. Este autor publicou vários trabalhos sobre reflorestamento para o polígono das secas, além de estudar as utilidades, as formas de desenvolvimento, a capacidade reprodutiva, caráter na composição de matas e outros aspectos de várias espécies do Nordeste (TIGRE, 1970; 1976a; 1076b). Contudo, os aspectos quantitativos da produtividade da biomassa não foram tratados.

O primeiro trabalho científico que levantou dados quantitativos sobre a produtividade de biomassa de espécies da caatinga foi o realizado por Hardesty, Box e Malechek (1988), que desenvolveram suas pesquisas em Sobral e Quixadá (CE) sobre a influência da época de corte na produção de biomassa pelo rebroto de espécies de pasto (sabiá, catingueira, marmeleiro, jurema-preta e pau-branco). Os pesquisadores constataram que o corte das árvores na estação seca (julho-novembro) permite maior produtividade de biomassa até o final da estação chuvosa, além de proporcionar mais tempo para as plantas acumularem reservas; e que apenas o rebroto do marmeleiro não é influenciado pela época de corte.

Cerca de 10 anos depois, Sampaio e colaboradores (1998) estudaram a regeneração de biomassa da caatinga após o corte total da vegetação em Serra Talhada (PE). Em seu experimento, a vegetação nativa de 6 parcelas (20 m X 60 m) foi removida no início da estação seca (segundo Hardesty; Box; Malechek, 1998, esta é a época que permite maior produtividade e é tradicionalmente adotada pelos agricultores sertanejos). A sucessão ecológica de cada parcela foi monitorada, sem interferência humana por um período de 6 anos. A biomassa foi medida no segundo e no sexto ano após a remoção da vegetação. A biomassa inicial (antes do corte) era de 73.800 kg/ha. Passados 2 anos do corte, a biomassa era de 6.670 kg/ha (9% do inicial) e em 6 anos atingiu 29.800 kg/ha, ou seja, 40% do inicial (SAMPAIO et al. 1998).

Segundo os autores, esse padrão sugere uma curva sigmóide de crescimento para a vegetação cortada, representada na Figura 1, com uma fase de crescimento exponencial seguida por uma fase de crescimento lento até atingir a biomassa inicial. Considerando uma curva de crescimento para o seridó potiguar (IBAMA, 1992 apud. Sampaio et al., 1998) – com ciclos de regeneração de 11 a 13 anos após o corte – a biomassa inicial de 73.800 kg/ha seria atingida com mais 5 a 7 anos. A Tabela 1 mostra os valores de crescimento anual médio (CAM)[5] para o crescimento observado por Sampaio e colaboradores (1999).

TABELA 1 – FUNÇÃO DE CRESCIMENTO DE ÁRVORES DA

[5] **O crescimento anual médio** (CAM) é a média dos crescimentos anuais.

CAATINGA

Idade	**Biomassa** (kg/ha)	**Crescimento Anual Médio** (kg/ha/ano)
0	0	0
2	6.670	3.335
5	29.700	4.950
13*	73.800	5.4469

Fonte: Sampaio et al. (1999)
* Valor estimado pelo autor.

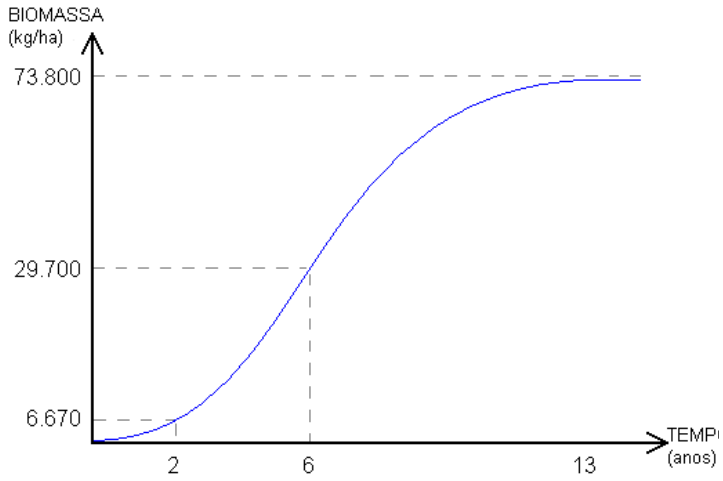

FIGURA 1 – CURVA DE CRESCIMENTO PARA A BIOMASSA DA VEGETAÇÃO NATIVA DA CAATINGA

Os dados de regeneração de biomassa mostrados por Sampaio et al. (1998) não são suficientes para obter a função de crescimento de biomassa da caatinga. Segundo a estimativa desse trabalho, o CAM das plantas nativas na Caatinga é quase 6 vezes menor que o crescimento anual (CA)[6] das exóticas do Sul do País. Mesmo assim, a produtividade das plantas nativas ainda é equiparável à de florestas plantadas em zonas temperadas como Finlândia (2.500 a 3.500 kg/ha/ano) e Portugal (5.000 a 7.000 kg/ha/ano) e dos Estados Unidos (7.500 a 10.500 kg/ha/ano) (PNF, 2000 apud. BRDE, 2004).

Comparando a produção de biomassa da vegetação nativa do Nordeste com a de outras espécies, pode-se concluir que as espécies nativas da caatinga apresentam algumas vantagens importantes, que são mostradas no Quadro 1. Apesar de possuir porte relativamente menor que em outras regiões de maior disponibilidade hídrica, a vegetação nativa da região é adaptada ao déficit hídrico do período de baixa pluviosidade. As espécies da caatinga possuem mecanismos de dormência, acúmulo de água e perda de folhas que minimizam o metabolismo e a perda de água para

[6] O **crescimento anual** (CA) é o incremento de volume ou biomassa de madeira que ocorre em determinado ano.

sobreviverem meses com pouca quantidade de água. Além disso, outra vantagem do uso de espécies da caatinga é a manutenção da cobertura vegetal nativa, o que tem grande importância para o equilíbrio ecológico e hídrico da região.

COMPARAÇÃO	EXÓTICAS (PINEIRO E EUCALIPTO)	NATIVAS (VÁRIAS ESPÉCIES)[2]
Produtividade nos trópicos	até 31.500 kg/ha/ano[A/E] (CA)	até 5.446 kg/ha/ano[B] (CAMe)
Duração dos ciclos de produção	7, 10, 15 ou 25 anos, dependendo do produto desejado (papel, madeira, etc.)[A]	15-30 anos[A] 11-13 anos[B] 10-15 anos[C]
Densidade da madeira	Pinus[D]: aprox. 0.5 g/m³ Eucalyptus[E]: entre 0,5 e 0,7 g/m³ (em geral, adequadas à produção de papel)[G.]	Varia, de acordo com a espécie[F], de 0,4 g/m³ (cedro) a 1,21 g/m³ (aroreira), embora a maioria seja de alta densidade, inadequadas à produção de papel.
Porte das árvores	Grande, possibilitando uso para construção civil, produção de móveis.	Pequeno/médio (maioria das espécies)[B,F], limitando ou produção de móveis e o uso na construção civil.
Aceitabilidade no mercado internacional	Boa[A]	Barreira comercial por não atender padrões internacionais[A].
Impactos negativos	Redução de biodiversidade vegetal e animal (monocultura)[H] A maior produtividade requer maior consumo de recursos hídricos, já escassos no nordeste.	Custo de oportunidade de manter a mata nativa, ou seja, de evitar o desmatamento.
Impactos positivos	Proteção do solo contra erosão; Amenização do clima.	Manutenção da diversidade genética, dos habitats naturais, da riqueza de espécies e de processos ecológicos[C]; Proteção do solo contra erosão, assoreamento e desertificação[C]; Maior retenção de água e regularização do abastecimento de sistemas hídricos naturais (Importante no semi-árido)[C]; Amenização do clima[C].
Outros aspectos	Árvores não adaptadas ao regime pluviométrico e aos solos rasos – podendo ocasionar níveis muito baixos de produtividade.	Árvores adaptadas ao regime pluviométrico e aos solos rasos[F]; Possibilita outras atividades econômicas simultâneas como produção de mel, extrativismo (frutas, fibras, látex, ceras, produtos medicinais, etc.)[C,F].

Nota: Referências: A – BRDE (2004); B – Sampaio et al. (1998); C – Sampaio; Sampaio (1999); D – Palermo et al. (2004); E – Sturion et al. (1987); F – Maia (2004); G – Foelkel (1978) apud. Sturion et al (1987); H – Sá (2002).

QUADRO 1 – Comparação entre vários aspectos da produção de madeira com espécies exóticas (pinheiro e eucalipto) no centro-sul do Brasil e a produção de madeira com espécies nativas na Caatinga.

Sistema Agroflorestal

Os Sistemas Agroflorestais (SAF's) são modelos de exploração de solos que mais se aproximam ecologicamente da floresta natural e, por isso, são considerados como importante alternativa de uso sustentado do ecossistema tropical úmido (CEPLAC, 2007).

A sustentabilidade é uma característica inerente aos sistemas agroflorestais, pois estão alicerçados em princípios básicos que envolvem aspectos ecológicos, econômicos e sociais. A função social do sistema agroflorestal está relacionada com a fixação do homem no campo como resultado do aumento da oferta de trabalho no campo e melhoria na qualidade de vida. Por sua vez, sua função econômica está relacionada com a geração de renda proveniente da diversidade de produtos comercializados. Finalmente, a função ecológica atribui-se a estabilidade ou sustentabilidade ecológica que o sistema agroflorestal provém ao ecossistema (CEPLAC, 2007).[7]

Um sistema agroflorestal do bioma caatinga visando a produção de biomassa vegetal apresenta limitações e potencialidades determinadas pelas condições ambientais e econômicas. Dentre as limitações, a principal dificuldade para produção de biomassa na caatinga é o seu déficit hídrico, característico das regiões semi-áridas. Isso limita a produtividade na região, porém não chega a ser um obstáculo à produção. Para minimizar este problema, Walter (1977) citado por Poggiani (1982), relatando dados de um estudo realizado num deserto próximo a Cairo, mostra que o crescimento vegetal em zonas (semi)áridas pode ser intensificado pelo plantio em áreas de baixada. Em seu estudo, observou que mesmo com uma precipitação média de 25 mm/ano na região, havia uma disponibilidade hídrica de aproximadamente 500 mm/ano naquelas localidades devido à própria drenagem da bacia, permitindo o crescimento de uma vegetação típica de regiões de baixo déficit hídrico.

Sobre a mesma questão, Poggiani (1982) ressalta que, tratando-se do plantio para produção de madeira, o problema de escassez de chuvas do Nordeste pode ser amenizado através de um padrão adequado de espaçamento entre as árvores. Segundo o autor, o espaçamento tem influência na quantidade de água disponível para cada planta. Um espaçamento adequado, que deve ser ditado pela relação entre precipitação e a superfície foliar transpirante por metro quadrado de solo, pode vir a otimizar a produtividade.

Dentre as vantagens, salienta-se que apesar das plantas nativas terem menor produtividade que as exóticas (como mostra o Quadro 1), as monoculturas de árvores exóticas geram sérios impactos ambientais enquanto que a produção de madeira com nativas gera uma gama de impactos positivos. Além disso, a produção de biomassa com plantas nativas permite o desempenho de outras atividades econômicas concomitantes na mesma propriedade rural.

Outro aspecto positivo do uso da vegetação nativa para produção de biomassa é a relativa rapidez de seus ciclos. Segundo os dados de Sampaio et al. (1998), a caatinga restabelece a biomassa inicial em uma prazo de tempo relativamente menor que o de

7

monoculturas de eucalipto e pinheiro, possibilitando ciclos de corte mais curtos (Quadro 1), reduzindo o efeito do desconto sobre os benefícios no longo prazo.

O único aspecto em que as plantas nativas não poderia substituir o *Pinus* e o *Eucalyptus*, é na produção de papel. De acordo com informações de Maia (2004), as nativas parecem não serem adequadas à produção de celulose para papel, provavelmente por possuírem em geral, madeira de alta densidade.

Mesmo que gere menor renda líquida, a produção com nativas é muito mais vantajosa quando levadas em conta suas externalidades positivas frente às externalidades negativas da produção das monoculturas. Extensas monoculturas de Eucalipto no norte do Espírito Santo e no Sul da Bahia trouxeram sérios impactos à fauna nativa e ao abastecimento de recursos hídricos em regiões a jusante das florestas plantadas (SÁ, 2002).

Há ainda um importante aspecto socioeconômico a ser considerado na produção de biomassa no Nordeste, que é o fato de haver grande quantidade de pequenos produtores rurais, de baixa renda e com baixa capacidade de investimento em insumos modernos (mudas, adubo e irrigação) para produzir biomassa com monoculturas de espécies exóticas. O manejo integrado da biodiversidade, com exploração de vários produtos econômicos derivados da biodiversidade simultaneamente, é compatível com as condições financeiras de investimento e mão-de-obra dos pequenos produtores rurais no semi-árido.

Uma forma de minimizar ainda mais os impactos da produção de biomassa (mesmo com nativas) é o uso de rotação de parcelas. Nesse sistema de produção, o terreno destinado à produção de biomassa é dividido em várias parcelas. A cada ano, uma parcela é explorada enquanto as outras permanecem em processo de regeneração. Desta forma, quando a última parcela for explorada, a primeira já terá se recuperado. Para que a produção ocorra de forma escalonada, exige-se que a quantidade de parcelas seja igual ou superior ao tempo de regeneração da vegetação. Assim, um terreno de produção com 15 parcelas (considerando o tempo de regeneração da vegetação da caatinga) teria uma parcela cortada a cada ano. Em cada ano uma parcela seria explorada enquanto as outras 14 permaneceriam em regeneração. Em vez de gerar uma renda maior a cada 10 ou 15 anos, esse modelo de gestão da biomassa gera uma renda menor anualmente, sendo mais adequada para pequenos produtores e possibilitando a conservação difusa (LEFF, 2000) na caatinga, uma vez que a maior parte do terreno sempre estará em repouso.

Embora não se saiba ao certo a influência que os ciclos de remoção parcial da vegetação têm sobre a fauna, sobre a fisionomia e sobre a fitossociologia da vegetação, ainda é melhor usar a rotatividade anual de parcelas que plantar monoculturas e realizar remoção total da vegetação na idade de corte. Além do que foi exposto, soma-se a isto a contribuição que o sistema agroflorestal proporciona na redução da emissão de CO_2 à medida que seus produtos são usados para outros fins, que não seja como combustível, tais como a fabricação de móveis e construção civil. A produção de biomassa através de sistemas agroflorestais também pode fazer parte dos mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) e dos mercados de crédito de carbono estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto.

Algumas iniciativas para o desenvolvimento de sistemas agrofloretais vêm sendo feitas pelo governo e por organizações não-governamentais (ONGs) no Nordeste. Entre as ações governamentais, destacam-se o programa denominado *Conservação e Uso Sustentável da Caatinga*, do Ministério do Meio Ambiente, e o programa *Mata Nativa*, realizado em parceria firmada entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Reursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco (CPRH) e o Ministério do Meio Ambiente. Este último programa visa promover na região do Araripe (Ceará e Pernambuco) o manejo florestal para produção de madeira como meio de atingir a sustentabilidade da produção de cerâmica e gesso – maiores consumidores industriais de madeira na região.

Entre as ONGs, destacam-se as ações da Associação Cristã de Base – ACB, na região do Cariri cearense, que vem, através de vários projetos, promovendo educação ambiental, cursos, oficinas e capacitação de agricultores de várias comunidades rurais para o trabalho em sistemas agroflorestais e para a exploração sustentável de produtos da biodiversidade florestal; e da Associação Plantas do Nordeste – APNE, através do Centro de Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP que tem criado importantes bancos de dados. Dentre outros bancos de dados, destacam-se: o banco de dados do *Manejo Florestal Sustentado na Caatinga*, que registra atualmente no Nordeste 66 planos de manejo florestal em atividade e 26 planos em análise para implementação; o banco de dados dos *Produtos Florestais Não-Madeireiros*, que registra 125 produtores de frutas, tanino, mel, artesanato, corantes, óleos, etc.; e o banco de dados das *Plantas do Nordeste*, que tem como objetivo subsidiar pesquisas científicas, que registra plantas de 177 famílias.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O regime pluviométrico do Nordeste limita a produção comercial de biomassa na Caatinga. Contudo, isso não torna a atividade de todo inviável. Apesar de ainda serem necessários muitos estudos sobre produção comercial de biomassa no nordeste, um manejo adequado da produção com planejamento regional pode minimizar essa limitação. O plantio em baixadas sugerido por Walter (1977), e o distanciamento adequado entre plantas são exemplos de manejo que tem esse efeito.

Florestas plantadas apesar de economicamente viáveis e mais lucrativas se bem administradas não são ecologicamente sustentáveis, pois eliminam os habitats naturais, diminuem drasticamente a biodiversidade e podem afetar o balanço hídrico da região por demandar grande quantidade desse recurso para manutenção de uma produção economicamente viável. Problema esse especialmente grave no semi-árido, onde a escassez hídrica sazonal faz parte do clima.

A produção de biomassa na Caatinga, com vegetação nativa, por outro lado, além de causar menos impactos negativos que as monoculturas e trazer muito mais impactos positivos, pode tornar-se economicamente viável, principalmente para pequenos produtores, uma vez que não necessita de grandes investimentos, requer menos mão-de-obra, menos qualificação e possibilita a exploração consorciada de outros produtos florestais não madeireiros.

Além da manutenção da biodiversidade e o fornecimento de produtos florestais diretos e indiretos, a conservação da vegetação nativa da caatinga se justifica pela importância econômica crucial de seus recursos para a sobrevivência de pequenos produtores (Sampaio; Sampaio, 1999; MMA, 2000), e para a geração de energia, respondendo inclusive por cerca de 30% da matriz energética da região. Portanto, é de fundamental importância descobrir e desenvolver métodos não consultivos de usos dos recursos florestais que sejam aplicáveis à região, como os sistemas agroflorestais (MMA, 2000).

Apesar dessas iniciativas sendo conduzidas no Nordeste, ainda há uma grande lacuna de conhecimento no que se trata das planas nativas da Caatinga, principalmente quanto ao seu desenvolvimento, seu crescimento e suas potencialidades econômicas. E esse conhecimento é fundamental para subsidiar a exploração sustentável da vegetação da Caatinga e principalmente para uma análise mais detalhada e precisa do potencial de produção de biomassa com essas espécies.

Para subsidiar a inclusão da vegetação da caatinga na economia nordestina de modo sustentável seriam necessários estudos quantitativos sobre produtividade de biomassa e velocidade de crescimento de espécies lenhosas nativas da caatinga para gerar dados mais completos sobre as curvas de crescimento das espécies; pesquisas qualitativos sobre a adequação da madeira de plantas nativas para produção de celulose, uma vez que há espécies nativas da caatinga com densidade de madeira próxima à do pinheiro e ao eucalipto; e, por fim, pesquisas sobre possíveis novos usos de produtos não madeireiros das árvores da caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO CAATINGA. **A conservação da Caatinga**, Disponível na Internet: http://www.acaatinga.org.br/caatinga.php, Acesso em: 18 fev. 2008.

BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia das espécies lenhosas da Caatinga, In: **Ecologia e conservação da Caatinga** (editores: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C.), Cap. 16, p. 657-694. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003, 822p.

BRDE – Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul / Agência Florianópolis, Gerência de Planejamento, **Programa de suprimento florestal para cadeia produtiva da madeira**, Florianópolis: BRDE, 2004, 35p.

CEPLAC. Sistemas agroflorestais como uso sustentável dos solos: conceito e classificação (2007). Disponível em http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/conceiroeclassificacao.htm, acesso em 4 mar. 2007.

FAO – Food and Agriculture Organizations of the United Nations, **Global Forest Resources Assesment**, Roma: FAO, 2005, Disponível em http://www.fao.org/docrep/008/a0400e/a0400e00.htm, Acesso em 6 dez.2007.

FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, **Emissões e remoções de dióxido de carbono por mudanças nos estoques de florestas plantadas**, (Moacir Marcolin Org.), Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002, 47p. Disponível em: http://200.130.9.7/clima/comunic_old/pdf/floresta_p.pdf, acesso em 5 dez. 2007.

HARDESTY, L.H.; BOX, T.W.; MALECHEK, J.C. **Season os cutting affects biomass production by coppicing browse species of the Brazilian caatinga**, Journal of Range Management, 41(6):477-480, 1988.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura**: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável, Jorge Esteves da Silva (trad.), Blumenau: Ed. da FURB, 2000, 381 p.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores, arbustos e suas utilidades**, 1ª ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004, 413p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**, Documento para discussão no Grupo de Trabalho de Estratégias para o Uso Sustentável, Drumond, M. A. (coord), Petrolina, 2000, 23p.

PALERMO, G.P.M.; LATORRACA, J.V.F.; SEVERO, E.T.D.; REZENDE, M.A.; ABREU, H.S. **Determinação da densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm, através de atenuação de radiação gama comparada a métodos tradicionais**, Floresta e Ambiente, vol. 11, n.º 1, p. 1-6, 2004

POGGIANI, F. **O reflorestamento no nordeste brasileiro: conseqüências ecológicas**, Série Técnica IPEF, v. 3, n.º 10, p. 85-98, 1982.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**, 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003, 503 p.

SÁ, R. **Cruzando o deserto verde**, vídeo documentário, Rede Alerta contra o Deserto Verde/FASE ES, 56 min. 2002.

SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L.; SALCEDO, I.H.; TIESSEN, H. **Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima, em Serra Talhada, PE**, Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, n.º 5, p. 621-632, 1998.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y. **Preservação da vegetação nativa, especialmente da caatinga: custos e responsabilidades**, In: III Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, Recife, 1999, Anais, vol. 1 p. 1-17.

SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura, **Área plantada com *Pinus* e *Eucalyptus* no *Brasil (ha) – 2000***, SBS (2001), Estatísticas, disponível em http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm, acesso em 9 dez. 2007.

SBS - Sociedade Brasileira de Silvicultura, **Florestas plantadas e conservação da Biodiversidade no Brasil**, 22p., disponível em http://www.sbs.org.br/secure/Cop8-Portugues.pdf, acesso em 10 dez. 2007

STURION, J.F.; PEREIRA, J.C.D; ALBINO, J.C.; MORITA, M. **Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG***, Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 14, p.28-38, jun. 1987.

SUASSUNA, J. **O Processo de Salinização das Águas Superficiais e Subterrâneas no Nordeste Brasileiro**, Tema apresentado no Workshop "Impactos Ambientais Associados a Utilização de Águas Dessalinizadas no Semi-árido" / Ministério do Meio Ambiente – Fortaleza, CE, Junho de 1996, Publicado pela Fundação Joaquim Nabuco na internet, Disponível em: http://www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/orig2.html, Acesso em 20 fev. 2008.

TIGRE, C.B. **Guia para reflorestamento do polígono das secas**, In: Estudos de Silvicultura Especializada do Nordeste, Coleção Mossoroense, Vol. XLI, II Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais, Morroró, 1976a, 54p.

TIGRE, C.B. **Porque reflorestamento no Polígono das secas**, Fortaleza: DNOCS, 1970, 146p.

TIGRE, C.B. **Silvicultura para Matas Xerófilas**, In: Estudos de Silvicultura Especializada do Nordeste, Coleção Mossoroense, Vol. XLI, II Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais, Morroró, 1976b, 180p.

YU, C.M. **Seqüestro florestal do carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas**, São Paulo: Annablume, 2004, 278p.

ANEXO

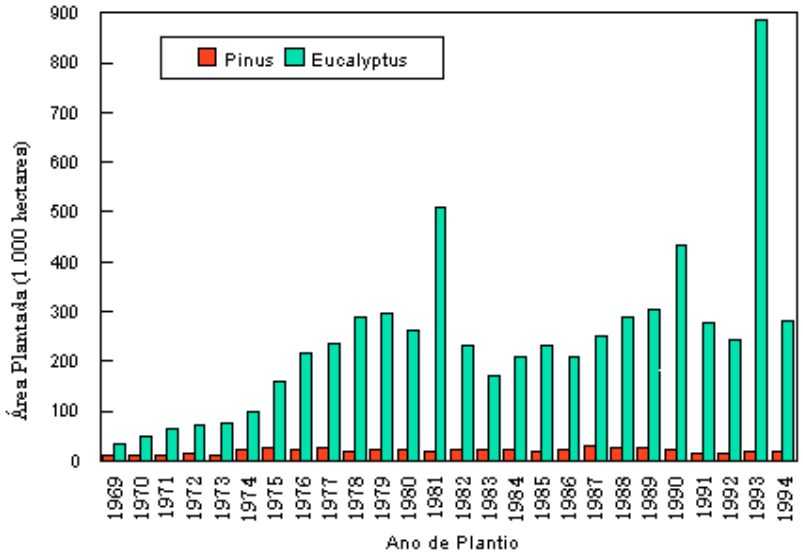

FIGURA 1 – GRÁFICO DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS PLANTAÇÕES DE PINHEIRO E EUCALIPTO NO BRASIL ENTRE 1969 E 1994 (FBDS, 2002).

TABELA 1 – ÁREA DE FLORESTAS PLANTADAS ENTRE 1990 E 2005

País	Área (milhares de ha)			Taxa de Variação entre 2000-2005 (%)
	1990	2000	2005	
China	17.131	21.765	28.530	5,6
Estados Unidos	10.305	16.274	17.061	0,9
Rússia	9.244	10.712	11.888	2,1
Brasil	5.070	5.279	5.384	0,4
Sudão	5.347	4.934	4.728	- 0,8

Fonte: FAO (2005)

TABELA 2 – ÁREA PLANTADA COM PINUS E EUCALYPTUS (HECTARES) NO BRASIL EM 2000

Estado	*Pinus*	*Eucalyptus*	Total por Estado	% do Total do Brasil
Minas Gerais	143.410	1.535.290	1.678.700	34,92
São Paulo	202.010	574.150	776.160	16,15
Paraná	605.130	67.000	672.130	13,98
Bahia	238.390	213.400	451.790	9,40
Santa Catarina	318.120	41.550	359.670	7,48
Rio Grande do Sul	136.800	115.900	252.700	5,25
Espírito Santo	-	152.330	152.330	3,16
Mato Grosso do Sul	63.700	80.000	143.700	2,99
Amapá	80.360	12.500	92.860	1,93
Pará	14.300	45.700	60.000	1,24
Demais estados	37.830	128.060	165.890	3,45
Total no Brasil	**1.840.050**	**2.965.880**	**4.805.930**	**100,00**

Fonte: SBS (2001)