

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

CARVÃO VEGETAL: UMA ALTERNATIVA PARA OS PRODUTOS
RURAIS DO SUDOESTE GOIANO

MAÍSA SANTOS JOAQUIM

ORIENTADOR: PROF. DR. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

BRASÍLIA-DF, JANEIRO/2009

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

MAÍSA SANTOS JOAQUIM

CARVÃO VEGETAL: UMA ALTERNATIVA PARA OS PRODUTOS
RURAIS DO SUDOESTE GOIANO.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO MANEJO FLORESTAL, LINHA DE PESQUISA ECONOMIA FLORESTAL.

APROVADO POR:

Álvaro Nogueira de Souza, Doutor, Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, UnB.

(Orientador – Presidente da Banca Examinadora)

Reginaldo Sérgio Pereira, Doutor, Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, UnB.

(Membro Interno da Banca Examinadora)

José Luiz Pereira de Rezende, Phd, Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, UFLA.

(Membro Externo da Banca Examinadora)

FICHA CATALOGRÁFICA

JOAQUIM, MAÍSA SANTOS

CARVÃO VEGETAL: UMA ALTERNATIVA PARA OS PRODUTORES RURAIS DO SUDOESTE GOIANO, 2009

86 p., 210x297mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Ciências Florestais, 2009).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal.

1. Economia Florestal

2. Carvão Vegetal

3. Eucalipto

II. Título (Série)

I. EFL/FT/UnB

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

JOAQUIM, M. S., (2009). Carvão Vegetal: Uma Alternativa Para os Produtores Rurais do Sudoeste Goiano. Dissertação de Mestrado, Publicação T. DM-01/2009, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 86 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Maísa Santos Joaquim.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Carvão Vegetal: Uma Alternativa Para os Produtores Rurais do Sudoeste Goiano.

GRAU / ANO: Mestre / 2009.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Maísa Santos Joaquim

Campus Darcy Ribeiro, Colina- UnB, Bloco C, Apto. 21.

70904-103 Brasília – DF – Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela capacidade de aprendizagem e pela oportunidade que me foi concedida de realizar um dos meus grandes sonhos que é estudar.

Ao meu filho Moisés Eduardo, por todo amor, carinho, paciência, compreensão pela ausência em alguns momentos, força em cada segundo da minha jornada e incentivo para a conclusão de mais essa etapa em nossas vidas.

A Universidade de Brasília – UnB, pelas condições fornecidas para a execução do trabalho.

Ao meu professor e orientador Álvaro Nogueira de Souza pelos ensinamentos, orientação, incentivo, auxílio nos momentos mais difíceis, pelos sábios conselhos e pelo apoio em todas as fases do trabalho.

Aos amigos Selma Arrais, Keila Sanches, Wglevison Souza e Ângela Maria Pinheiro, pelo apoio, ânimo e incentivo.

Aos meus familiares, pelo carinho e apoio nos momentos mais difíceis e conturbados dessa minha jornada.

Ao professores José Marcelo Imaña Encinas e Reginaldo Sérgio Pereira pela compreensão e auxílio durante todas as fases da execução do trabalho.

A todas as pessoas que fizeram parte dessa fase da minha vida, pois, de uma forma ou de outra, aprendi algo com elas que servirá de experiência.

Dedico à memória do homem que me ensinou a lutar e jamais desistir de todos os meus sonhos, me mostrou o que é dedicação e a ter persistência na busca dos meus objetivos, que é meu exemplo de vida e, mesmo não estando mais ao meu lado, é, foi e sempre será meu maior incentivador, meu amado e admirado pai, *Moisés da Silva Joaquim*.

RESUMO

CARVÃO VEGETAL: UMA ALTERNATIVA PARA OS PRODUTOS RURAIS DO SUDOESTE GOIANO.

Autor: Máisa Santos Joaquim

Orientador: Álvaro Nogueira de Souza

Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal

Brasília, Janeiro (2009)

Os objetivos desse trabalho foram levantar os custos de produção de carvão vegetal para Mineiros, sudoeste do estado de Goiás; Calcular a viabilidade econômica da produção de carvão vegetal de madeira nativa na região dada à distância do consumidor final; Analisar os riscos da atividade com a aplicação da análise de sensibilidade nos principais fatores que afetam os lucros; Comparar os resultados com as principais alternativas de uso da terra na região;. Para tanto foram coletados dados junto a um produtor de carvão vegetal e às empresas que atuam em regiões de cerrado e que iniciaram plantios na região estudada. Na análise econômica foram utilizados os critérios Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Benefício Periódico Equivalente (BPE) e Custo Médio de Produção (CMP_r). Adotou-se a taxa mínima de atratividade de 8% a.a., preço do carvão vegetal de R\$ 140,00, custo de transporte de R\$ 2,00 km rodado, produtividade de 150 mdc/ha e área de exploração de 374 ha. Foram considerados dois casos: produção de carvão vegetal com madeira de origem nativa e produção de carvão vegetal com madeira de reflorestamento. Os resultados mostraram que a produção de carvão nativo é viável economicamente e apresentou VPL de R\$451,91/ha aos 18 meses, BPE de R\$320,02/ha.ano⁻¹, TIR de 90,20% e CMP_r de R\$46,55/mdc. Para o carvão de reflorestamento o VPL foi de R\$8017,61 para um ciclo de três cortes, BPE de R\$855,50/ha.ano⁻¹, TIR de 22% e CMP_r de R\$102,80/mdc. A lucratividade é afetada principalmente pelo custo do frete no caso de madeira de origem nativa que corresponde a 40% do total do valor da carga e ao preço do carvão no caso da madeira de reflorestamento. A produção de carvão vegetal de eucalipto foi competitiva em relação ao arrendamento de terras para plantio de cana de açúcar e o cultivo de soja.

PALAVRAS – CHAVE: Economia Florestal, Carvão Vegetal, Eucalipto.

ABSTRACT

CHARCOAL: AN ALTERNATIVE FOR PRODUCTS IN THE SOUTHWEST OF THE STATE OF GOIÁS.

Graduation Program in Forest Engineering

Brasília, January 2009

The aims of this study were to assess the production costs of the charcoal in Mineiros city, southwest of the State of Goiás; to calculate the economic viability of the production of charcoal from native wood considering the distance to the final consumer; to analyse the risks of the activity with the use of sensibility analyses of the main factors that affect the profits; to compare the results with the main alternatives for the land use in the region. Data were collected from a farmer and enterprises of the Cerrado region that started to plant in the studied region. For the economic analyses, the following criteria were applied: Net Present Worth (NPW), Internal Return Rate (IRR), Annual Equivalent Benefit (AEB) e Medium Cost Productivity (MCP). The adopted discount rate was 8% per year, the cost of the charcoal R\$ 140.00, transport cost R\$ 2.00/km, productivity of 150 mdc/ha and exploration area of 374 ha. Two cases were considered: charcoal production from native wood and charcoal production from eucalyptus wood. The results showed that the charcoal production from native wood is economically viable and presented NPW of R\$451.91/ha at 18 months, AEB of R\$320.02/ha.year⁻¹, ITR of 90.20% and MCP of R\$46.55/mdc. The NPW of the eucalyptus charcoal was R\$8017.61 for a cycle of three cuts, AEB of R\$855.50/ha.year⁻¹, ITR of 22% and MCP of R\$102.80/mdc. In the case of the native wood, the profitability is mainly affected by the freight cost, which corresponds to 40% of the total value of the load. In the case of the eucalyptus wood, the profitability is mainly affected by the charcoal cost. The production of charcoal from eucalyptus wood was competitive in relation to the land rental for sugarcane and soybean plantations.

KEY-WORDS: Forest Economy, Charcoal, Eucalyptus.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 – SETOR FLORESTAL BRASILEIRO.....	5
2.2 – A ENERGIA DE BIOMASSA FLORESTAL NO BRASIL.....	7
2.2.1 – O Uso do eucalipto.....	13
2.3 – PLANTIOS FLORESTAIS EM ÁREA DE CERRADO.....	19
2.4 – PROCESSOS.....	20
2.4.1 – Produção de Carvão Vegetal.....	22
2.4.1.1 – Escolha do local.....	23
2.4.1.2 – Preparação do terreno.....	24
2.4.1.3 – Construção dos fornos.....	24
2.4.2 – Aquisição de matéria prima.....	25
2.4.2.1 – Madeira nativa.....	25
2.4.2.2 – Madeira de reflorestamento.....	26
2.4.3 – Preparação da matéria prima.....	27
2.4.4 – Preenchimento dos fornos.....	27
2.5 – PROCESSO DE CARBONIZAÇÃO EM FORNOS.....	27
2.5.1 – Desenformamento, Ensacamento e Despacho.....	29
2.6 – MERCADO.....	29
2.6.1 – Mercado Florestal no Cerrado.....	33
3 – FATORES LIMITANTES AO RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO.....	34
3.1 – BAIXA PRODUTIVIDADE.....	34
3.2 – TRANSPORTE.....	35
3.3 – MEIO AMBIENTE E SITUAÇÃO TRABALHISTA.....	36
3.4 – TAXA DE JUROS.....	38
4 – AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA.....	39
4.1 – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS.....	41
4.2 – INDICADORES ECONÔMICOS.....	42
4.2.1 – Taxa de Desconto.....	42

4.2.2 – Valor Presente Líquido.....	43
4.2.3 – Taxa Interna de Retorno.....	44
4.2.4 – Benefício Periódico Equivalente.....	45
4.2.5 – Custo Médio de Produção.....	46
4.3 – ANÁLISE DE RISCO.....	46
5 – MATERIAL E MÉTODOS.....	49
5.1 – ÁREA DE ESTUDO.....	49
5.2 – BASE DE DADOS.....	50
5.3 – ANÁLISE ECONÔMICA.....	52
5.3.1 – Valor Presente Líquido (VPL).....	52
5.3.2 – Taxa Interna de Retorno (TIR).....	53
5.3.3 – Benefício Periódico Equivalente (BPE).....	54
5.3.4 - Custo Médio de Produção (CMPr).....	54
5.4 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	55
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
6.1 – O CASO DO CARVÃO VEGETAL DE FLORESTA NATIVA.....	55
6.1.1 – Viabilidade Econômica.....	58
6.2 – O CASO DO CARVÃO VEGETAL DE FLORESTA PLANTADA.....	61
6.2.1 – Avaliação Econômica.....	63
6.2.2 – Análise de Sensibilidade.....	65
6.2.2.1 – Sensibilidade às variações na taxa de desconto.....	65
6.2.2.2 – Preço do metro de carvão.....	67
6.2.2.3 – Produtividade do povoamento.....	68
6.2.2.4 – Custo de implantação do povoamento.....	69
6.2.3 – Consideração sobre a viabilidade de produção e as alternativas da região.....	69
7 – CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXO	
Questionário.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Origem do carvão vegetal consumido no Brasil até o ano de 2006.....	11
Tabela 2 – Evolução do consumo de carvão vegetal em Minas Gerais e no Brasil.....	12
Tabela 3 - Base de dados para os cálculos de viabilidade econômica da produção de carvão de origem nativa no município de Mineiros, estado de Goiás. Área explorada em 18 meses igual a 374 ha.....	57
Tabela 4 - Análise Econômica da produção de carvão vegetal de origem nativa para o município de Mineiros, estado de Goiás.....	58
Tabela 5 - Custos e receitas para a produção de madeira de eucalipto no município de Mineiros, estado de Goiás.....	62
Tabela 6 - Custos para a produção de carvão vegetal e respectivas receitas de venda para o município de Mineiros, estado de Goiás, considerando uma área plantada de 374ha e uma bateria de 20 fornos.....	63
Tabela 7 - Análise Econômica (VPL, BPE e TIR) da produção de carvão vegetal de de eucalipto.....	64
Tabela 8 – Sensibilidade do BPE, VPL e CMPr às taxas de desconto.....	66
Tabela 9 – Valores do BPE de acordo com a variação da taxa de juros.....	66
Tabela 10 - BPE para um, dois e três cortes para a produção de carvão vegetal em Mineiros, Goiás, considerando a taxa de juros de 6,75%a.a. e sete preços.....	67
Tabela 11 – Produtividade mínima, variando a taxa de juros, para que a atividade seja viável economicamente.....	68
Tabela 12 – Sensibilidade do BPE em relação à produtividade a taxa de juros de 8% a.a..	68
Tabela 13 – Sensibilidade do BPE em relação ao custo de implantação a taxa de juros de 8%a.a.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ganhos de escala (Produção equivalente X Custo médio de produção).....	60
---	----

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de carvão vegetal, utilizado como insumo energético. O setor industrial é responsável por quase 85% do consumo, o ferro-gusa, aço e o ferro-liga são os principais consumidores do carvão de lenha, que funciona como redutor (coque vegetal) e energético ao mesmo tempo (SEIXAS *et al.*, 2006).

O setor siderúrgico brasileiro é um dos mais importantes ramos da economia nacional, respondendo por 3% do total de aço produzidos no mundo e 51% da produção latino-americana (RODRIGUES E CAMPOS, 2008). O pólo siderúrgico brasileiro está concentrado nos estados de Minas Gerais e São Paulo.

O setor residencial consome cerca de 9% seguido pelo setor comercial com 1,5%, representado por pizzarias, padarias e churrascarias (LIMA *et al.*, 2006).

De acordo com Brito e Cintra (2004), parte da produção de carvão vegetal, em torno de 50%, é proveniente de madeira nativa do Cerrado, o que explica a destruição da cobertura vegetal. Porém, o carvão vegetal deverá ser por muitos anos uma alternativa de renda para produtores menos abastados existentes no interior do Brasil.

Durante muitos anos as florestas nativas foram as principais fontes de energia oriunda da biomassa florestal. Posteriormente, as florestas de eucalipto passaram a ter participação fundamental e de destaque na oferta interna de energia da biomassa. O Brasil passou a ter uma extensa área com plantações, especialmente de eucaliptos, cerca de 3 milhões de hectares, considerada uma das maiores no mundo (MALINOVSKI *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2004).

Segundo Meira *et al.* (2005), a maior dessa área está localizada em Minas Gerais, Estado que possui alta experiência e tecnologia na produção de biomassa florestal, visando à utilização como fonte de energia.

A atividade florestal vem ganhando força com a crescente busca não só por seus produtos, mas também pelos serviços que a floresta pode oferecer. Neste contexto, florestas plantadas, como o caso das de eucalipto, se tornam empreendimentos cada vez mais atrativos, uma vez que, segundo Castro *et al.* (2007), o descompasso crescente entre oferta e demanda de madeira nos mercados interno e externo tenderá a favorecer o quadro de substituição das madeiras nativas pela madeira de eucalipto e pinus. Tal fato vem gerando, em alguns casos, escassez de produto, o que aquece, ainda mais a atividade.

O eucalipto, desde a década de 60, devido aos incentivos fiscais, é a fonte florestal das regiões Sul e Sudeste para a produção de carvão vegetal, o qual é destinado às indústrias de ferro-gusa, e, aquelas verticalizadas possuem maior experiência no cultivo.

Com a expansão acelerada da atividade florestal no Brasil, a região do cerrado passou a ter maior destaque no processo de reflorestamento do país devido, principalmente, às condições edafoclimáticas e fisiográficas da região ser favoráveis ao estabelecimento de plantios de eucalipto (OLIVEIRA *et al.*, 1998).

A região Centro-Oeste, pela qualidade de suas terras e de sua planície para o cultivo de espécies agrícolas vem despertando interesse e a necessidade da diversificação de culturas devido às variações e inquietudes do mercado agrícola unidos à preocupação com a preservação do bioma Cerrado.

Uma das alternativas de diversificação favorecida pela alta tecnologia desenvolvida em anos de experiência é a Eucaliptocultura, que proporciona altos retornos financeiros.

Essa mudança do cenário da região Centro-Oeste tem ocorrido devido ao aumento na demanda de carvão vegetal das indústrias siderúrgicas. O parque siderúrgico nacional é o maior consumidor do carvão vegetal produzido no Brasil. Nos últimos anos, grandes investimentos têm sido feitos com o uso de novas tecnologias para a melhoria dos processos, otimizar a produção de madeira, e, conseqüentemente maximizar os lucros.

No contexto do agronegócio brasileiro está o sudoeste do estado de Goiás, uma região de alta produtividade em grãos. Pressionada pela expansão da indústria sucroalcooleira e de biodiesel, a região vem sofrendo com a escassez de madeira para fins energéticos e os agricultores se encontram em uma situação de tomada de decisão na busca da melhor alternativa de uso da terra.

O cenário atual apresenta plantios de soja com retornos médios com base no produto em torno de 20 sacas por hectare por ano. Alternativamente há a possibilidade de arrendamento das terras destinadas à soja ao valor convertido de 20 sacas de soja pelo hectare de terra por ano, durante 20 anos. Tal arrendamento é destinado ao plantio de cana-de-açúcar.

A eucaliptocultura começa a aparecer como uma alternativa às atividades tradicionais da agricultura regional com a vantagem de manter a terra em repouso durante o prazo de maturação financeira e fisiológica da floresta, evitando assim, o excesso de movimentação de máquinas a cada nova safra.

Os primeiros plantios de povoamentos de eucalipto a partir da iniciativa de agricultores tradicionalmente ligados às culturas anuais iniciaram-se em 2004 no município de Mineiros. O objetivo inicial foi o suprimento de lenha para secagem de grãos em função da exaustão dos remanescentes de Cerrado nativo.

A entrada de novos agricultores na atividade florestal causará excesso de oferta de lenha para fins de secagem de grãos no médio prazo. Assim, ações que proponham alternativas para

agregação de valor à madeira dos plantios de eucalipto no município de Mineiros se fazem necessárias, uma vez que se aproxima a colheita dos primeiros plantios.

Diante do exposto, o presente trabalho tem o objetivo geral de analisar a viabilidade econômica da produção de carvão vegetal de eucalipto no município de Mineiros no sudoeste do estado de Goiás como alternativa de uso da madeira.

Especificamente pretende-se:

- i) Levantar os custos de produção de carvão vegetal de origens nativa e plantada específicos para a região;
- ii) Calcular a viabilidade econômica da atividade de produção de carvão vegetal de madeira nativa e de plantios de eucalipto na região dada à distância do consumidor final;
- iii) Analisar os riscos da atividade de eucaliptocultura com a produção de carvão vegetal de eucalipto com a aplicação da análise de sensibilidade nos principais fatores que afetam seus lucros;
- iv) Comparar os resultados com as principais alternativas de uso da terra na região em estudo;

Hipótese

A produção de carvão vegetal de eucalipto em Mineiros no sudoeste do estado de Goiás é uma alternativa economicamente viável comparada às alternativas locais.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

A atividade florestal no Brasil teve início imediatamente após o seu descobrimento. O extrativismo florestal para o uso local em habitação, construção naval e combustível e, também, para suprimento de demandas do continente Europeu, perdurou por vários séculos.

Em meados do século XIX, a indústria madeireira começou a se desenvolver no sul do Brasil, baseada na grande disponibilidade de Araucária, matéria-prima de apreciável qualidade, constituindo-se, por muitos anos, em uma das principais fontes de divisas da região Sul do país (TONELLO *et al.*, 2008).

A partir da década de 60, em virtude da redução na oferta de Araucária oriunda da região Sul e do processo de ocupação e integração da região Amazônica, ocorreu uma gradativa transferência do parque industrial madeireiro para o norte do país.

Dos 8,5 milhões de quilômetros quadrados do território brasileiro, aproximadamente 63,7% é coberto por florestas nativas, 23,2% ocupado por pastagens, 6,8 % agricultura, 4,8 % pelas redes de infra-estrutura e áreas urbanas, 0,9 % culturas permanentes e apenas 0,6% abrigam florestas plantadas (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF, 2005).

A indústria brasileira de base florestal é a mais expressiva da América do Sul, atuando em segmentos bastante diversificados. O setor florestal brasileiro caracteriza-se pela modernidade e produtividade de seus equipamentos somente nas unidades industriais mais recentes tem como função induzir o desenvolvimento sócio econômico do país, e contribuir para a manutenção de um alto nível de biodiversidade e de equilíbrio ambiental (IPEF, 2002).

De acordo com a classificação do Programa Nacional de Florestas (PNF, 2007) do Ministério do Meio Ambiente, oito cadeias produtivas exploram o patrimônio florestal: chapas e

compensados, óleos e resinas; fármacos; cosméticos; alimentos; carvão, lenha e energia; papel e celulose; madeira e móveis.

O País é, simultaneamente, o maior produtor e, também, o líder mundial em consumo de madeira tropical.

De acordo com Scarpinella (2002) e Silva (2001), o Brasil consome mais de 300 milhões de metros cúbicos de madeira roliça por ano para todos os fins, sendo 166 milhões de metros cúbicos de toras por ano direcionadas para o uso industrial. Dados do MMA mostram que, da madeira retirada no Brasil, 110 milhões provêm de florestas plantadas e 190 milhões, de florestas nativas, 85% dos quais provenientes da Região Amazônica (GONÇALVES, 2005).

O setor de base florestal brasileiro tem uma participação significativa nos indicadores socioeconômicos do País, como o Produto Interno Bruto (PIB) e oferece cerca de 2 milhões de empregos diretos e indiretos. Contribuiu, em 2006, com US\$ 3 bilhões em impostos e participou com média 5% do PIB nacional.

No mercado internacional de produtos florestais como a celulose, madeira, móveis, laminados, dentre outros, o Brasil vem conquistando espaço em razão das vantagens competitivas que possui (VALVERDE, 2003; GONÇALVES, 2005b).

Desde a criação do real temos uma realidade diferente no mercado florestal. A conjuntura econômica em 1995 não era tão favorável ao setor florestal como a atual. Naquela época, o câmbio era prejudicial, pois durante muito tempo o real permaneceu igual e maior que o dólar e o processo de abertura comercial estava começando, o que afetava significativamente o volume das exportações brasileiras de produtos florestais.

Dentre os setores que contribuem circunstancialmente para que os indicadores econômicos se mantenham em patamares elevados é o de Energia.

Vale *et al.* (2002), analisaram em seu trabalho o Balanço Energético Nacional no ano de 2000 onde observaram que um décimo de todo combustível primário consumido é representado pela

madeira cuja utilização no setor industrial na forma de queima de lenha e resíduos de reflorestamentos, ou na forma transformação da madeira de reflorestamento ou de origem nativa em carvão vegetal. Acrescentaram que, a madeira utilizada no setor residencial especialmente na cocção de alimentos, é originária de matas nativas: Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado.

As condições climáticas, a disponibilidade de terras entre outros fatores, favorece o desenvolvimento do setor florestal no Brasil. Com o desenvolvimento tecnológico recente é possível obter rendimentos de aproximadamente 50 m³ de madeira por hectare/ano. A alta produtividade e ciclos curtos significa madeira a menor custo e maior competitividade em uma economia globalizada (VALVERDE, 2007).

Segundo Sampaio (2004), o uso de carvão vegetal favoreceu apenas o Brasil, onde a biomassa cresce com extrema rapidez, o que tem viabilizado a manutenção das empresas siderúrgicas até os dias de hoje. Isso torna também, o carvão vegetal mais viável do ponto vista econômico que a utilização de carvão mineral, além das vantagens ecológicas.

2. 2 - A ENERGIA DE BIOMASSA FLORESTAL NO BRASIL

Historicamente, a biomassa de origem florestal é tida como uma importante fonte de energia (MALIK *et al.*, 2001; CHHABRA *et al.*, 2002). Com a Revolução Industrial houve uma grande mudança nas relações de produção, um rápido crescimento da produtividade do trabalho e conseqüentemente, um aumento na quantidade de bens e serviços que a indústria colocou à disposição das populações.

A biomassa florestal possui características tais que permitem a sua utilização como fonte alternativa de energia, seja pela queima da madeira, como carvão, aproveitamento de resíduos da exploração e aproveitamento de óleos essenciais, alcatrão e ácido pirolenhoso (COUTO *et al.*, 2000).

De acordo com Brito (1990), consta registrado em documentos históricos que uso de carvão vegetal como redutor do minério de ferro no Brasil é utilizado desde 1591 em fundições de ferramentas de uso agrícola na colônia. O mesmo conclui em seu trabalho que, foi no início da década de 80 que o carvão vegetal adquiriu importância estratégica, em virtude da crise mundial do petróleo, no final da década de 70.

À medida que a evolução da humanidade acontecia, a utilização do carvão vegetal se tornou mais intensa, sendo substituído por outros combustíveis fósseis em alguns casos, mas em muitos lares de países subdesenvolvidos ainda é um combustível imprescindível, seja por motivos econômicos ou financeiros.

Em alguns países em desenvolvimento como o Sudão e Camarões, cerca de 45% da energia de biomassa é ofertada na forma de lenha e 30% na de carvão (WEC, 1994). O Brasil do início do século XX tinha, na lenha, seu principal energético primário (LEITE, 1997).

Aproximadamente a metade da população da Terra depende da biomassa para cozimento de alimentos, aquecimento e iluminação, mostrando que o uso tradicional da dendroenergia passou nos últimos anos a ser considerado também uma forma moderna e limpa de fornecimento energético, e, cada vez mais vem sendo adotada por alguns países industrializados (NOGUEIRA e LORA, 2003).

Segundo Brito e Cintra (2004), a realidade mundial de centenas de milhares de pessoas, em média 50%, é ter a biomassa florestal como a fonte energética predominante. De cada seis pessoas, três utilizam a madeira como a principal fonte de energia, particularmente para famílias de países em desenvolvimento. Ela sustenta determinados processos, como secagens, cozimentos, fermentações, produções de eletricidade (FAO, 2003).

A lenha e o carvão vegetal são os principais produtos energéticos utilizados para cozimento dos alimentos ou secagem de grãos, especialmente nas áreas rurais, onde existe uma grande participação da biomassa em termos econômico, social e ambiental (LIMA *et al.*, 2006).

De acordo com Clemente (2003), uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência reduzida, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, através da combustão em fornos, caldeiras, etc. Além disso, a médio e longo prazo, a exaustão de fontes não-renováveis e as pressões ambientalistas acarretarão maior aproveitamento energético da biomassa.

A energia proveniente de biomassa tem uma relação direta com os objetivos do milênio principalmente, erradicar a pobreza extrema e a fome, assegurar o desenvolvimento sustentável, desde que, proveniente de processos sustentáveis, deve ser considerada uma necessidade básica humana como qualquer outra: água limpa, sanidade, alimento seguro, biodiversidade, sanidade e moradia (SBS, 2007).

Genovese *et al.* (2006) relataram em seu trabalho que, no Brasil a biomassa como fonte de energia possui vantagens significativas, principalmente por diversificar a matriz energética brasileira face à dependência externa do país com relação aos combustíveis fósseis.

Além disso, contribuir para um desenvolvimento sustentável do país, com a utilização de mão de obra local, principalmente na zona rural, colaborando na garantia de suprimento de energia a comunidades isoladas, principalmente nas regiões Norte e Centro Oeste do país e apresentar vantagens ambientais quando comparada aos combustíveis fósseis, principalmente em termos de emissões de gases do efeito estufa (FERREIRA *et al.*, 2006).

Segundo BiodieselBR (2007), estima-se que de 60 a 87 bilhões de toneladas de carbono poderão ser estocadas em florestas, entre 1990 e 2050, equivalendo a 12-15% das emissões por combustíveis fósseis, no mesmo período com a produção de energia proveniente da biomassa florestal.

Entre as várias possibilidades de energias renováveis hoje utilizadas pelo homem, a biomassa é sem dúvida a que provoca menor dano ambiental. Através da fotossíntese os seres clorofilados (plantas, algas etc.) absorvem a energia solar, que pode depois ser usada no ciclo biológico como alimento, matéria-prima e energia (SAMPAIO, 2004; PATIL, RAMANA e SING, 2000).

A energia proveniente da biomassa representou, em 2000, 19,40% de toda energia primária consumida no Brasil, sendo 9,12% relativo à lenha (BEN, 2000). Dentre as alternativas energéticas renováveis, a biomassa é a que mais tem despertado interesse, por ser versátil, possibilitando a obtenção de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos e, com base nesses a eletricidade (GRASSI e PALZ, 1994).

Em 2001, segundo Vale, Fiedler e Silva (2002), a utilização da madeira como fonte de energia tem superado outras alternativas energéticas, como os painéis solares e as turbinas eólicas.

Já em 2003, conforme o Ministério de Minas e Energia (MME-2006), a contribuição da biomassa no cômputo das fontes renováveis é de 29,2%. Assim, o Brasil supera a média mundial de participação da energia de biomassa na Oferta Interna Energia, que gira em torno de 13,6%, e ultrapassa em muito aos países desenvolvidos onde essa participação está em torno de apenas 6%.

De acordo com Januzzi (2003), a utilização de biomassa para geração de energia é bastante interessante para o país, especialmente na direção de usos com maior conteúdo tecnológico como energia para altos-fornos, geração de eletricidade, produção de vapor e combustíveis para transporte.

O fator mais importante para a redução de custos da energia de biomassa para os usos mencionados e, independentemente da tecnologia empregada, é a redução do custo da matéria prima (incluindo os custos de coleta e transporte).

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de carvão vegetal. O consumo total chegou a 29.202 milhões de mdc (metro cúbico de carvão) no ano de 2003, conforme demonstra tabela 1. (SILVIMINAS, 2004, VALVERDE, 2006). Este insumo energético é utilizado, em grande parte, pelo segmento na produção de ferro-gusa, totalizando um consumo de 23.608 milhões de mdc no ano de 2003 (NETO, 2006; GUIMARÃES NETO *et al.*, 2007), como demonstrado na tabela 1:

TABELA 1. Origem do carvão vegetal consumido no Brasil até o ano de 2006.

ANO	ORIGEM NATIVA (1.000 mdc)	%	ORIGEM PLANTADA (1.000 mdc)	%	TOTAL
1980	16.866,5	85,8	2.777,5	14,2	19.644
1985	26.085	82,6	5.501	17,4	31.586
1990	24.355	66,0	12.547	34,0	36.619
1995	14.920	48,0	16.164	52,0	31.084
2000	7.500	29,5	17.900	70,5	25.400
2001	9.115	34,8	17.105	65,2	26.220
2002	9.793	36,5	17.027	63,5	26.820
2003	12.216	41,8	16.986	58,2	29.202
2004	19.940	52,2	17.430	47,8	36.920
2005	18.862,3	49,6	19.188,8	50,4	38.051,1
2006	17.189	49,0	17.936	51,0	35.125

Fonte: Associação Mineira de Silvicultura (2007).

O carvão vegetal é produzido a partir da lenha pelo processo de carbonização ou pirólise. O poder calorífico inferior médio do carvão é de 7.365 kcal/kg (30,8 MJ/kg). O teor de material volátil varia de 20 a 35%, carbono fixo varia de 65 a 80% e as cinzas (material inorgânico) de 1 a 3%.

Ao contrário do que aconteceu nos países industrializados, no Brasil, o uso industrial do carvão vegetal continua sendo largamente praticado, pela sua importância no setor siderúrgico (FINCO e REZENDE, 2007).

O carvão vegetal tem posição de destaque na economia brasileira sendo destinado às indústrias de diversos setores e, principalmente, na economia do Estado de Minas Gerais, já que seu consumo representa 66,7% do total demandado no restante do país, conforme a tabela 2:

TABELA 2. Evolução do consumo de carvão vegetal em Minas Gerais e no Brasil.

ANO	MINAS GERAIS (1.000 mdc)	BRASIL (1.000 mdc)
1985	24.900	31.586
1990	28.103	36.902
1995	23.609	31.084
2000	15.880	26.900
2001	17.120	26.220
2002	17.214	26.820
2003	19.470	29.202
2004	24.420	36.920
2005	25.158	38.051
2006	21.017	35.125

Fonte: Associação Mineira de Silvicultura (2007)

Segundo Brito e Cintra (2004), os principais setores consumidores de madeira para energia no Brasil são quatro: A maior demanda pelo carvão vegetal é no setor de transformação, que consome cerca de 39% da madeira destinada para energia. É representado pelo setor siderúrgico, o qual é responsável por uma área reflorestada com eucalipto de aproximadamente 1,2 milhões de hectares que produzem, juntamente com a floresta nativa, em torno de 26,2 milhões de metros cúbicos de carvão, contribuindo para a produção de cerca de 9,5 milhões de toneladas de ferro-gusa (PEREIRA, 1998; BOTREL *et al.*, 2007).

Em segundo lugar aparece o setor residencial, que utiliza cerca de 32% da madeira. Nesse setor a madeira é usada para cocção de alimentos e, em menor escala, para aquecimento domiciliar. Estima-se que cerca de 30 milhões de pessoas no País sejam dependentes da madeira como fonte energética domiciliar (BARCELLOS *et al.*, 2004).

Os setores industriais do ramo da produção de cimento, químico, alimentos, bebidas, papel e celulose e cerâmicas, é considerado por vários autores o terceiro setor consumidor de madeira para energia, utilizando 21% do total consumido no País.

Por último e quarto lugar, aparece o setor agrícola, consumindo cerca de 6% desse total de madeira. O uso principal é a secagem de produtos agrícolas, principalmente grãos.

A produção nacional de carvão vegetal, considerando-se a variação de estoques, perdas e ajustes, é aproximadamente equivalente ao consumo, haja vista que as exportações e as importações são praticamente inexpressivas e quase se equivalem. A maior parcela de carvão vegetal produzida e consumida no país provém de florestas plantadas (74%) contra 26% de florestas nativas (AMS, 2004).

De acordo com Colombo e Hatakayama (2007), mesmo em países onde o acesso a outras fontes energéticas é intenso, o carvão vegetal tem utilidade tecnológica insubstituível, como no caso da produção de certos fundidos de ferro que necessitam de matéria-prima (ferro-gusa) isenta de enxofre.

Torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de novas tecnologias, em face das excelentes condições que o carvão vegetal oferece como eficaz alternativa energética, tanto para a produção siderúrgica quanto para diversos outros segmentos industriais, domésticos e da atividade econômica em geral, inclusive como possível substituto dos derivados do petróleo (MEIRA *et al.*, 2005).

2.2.1 – O Uso do eucalipto

O eucalipto é uma espécie originária da Austrália, de porte arbóreo, onde formam densos maciços florestais. A espécie foi introduzida no Brasil no início deste século, por volta de 1905, pelo engenheiro agrônomo Navarro de Andrade, com a finalidade de produção de dormentes de madeiras para estradas de ferro no Estado de São Paulo, pela Companhia Paulista Estradas de Ferro (ANDRADE, 1928).

Na década de 40, iniciaram-se, em Minas Gerais, as práticas de plantio de eucalipto destinadas ao suprimento de carvão das usinas siderúrgicas do Estado que já produziam cerca de meio milhão de toneladas de aço por ano. A tecnologia de produção do carvão de florestas plantadas

evoluiu com a tecnologia de produção do aço e foi impulsionada, na década de 60, pelo incentivo dado pelo Governo Federal, via Imposto de Renda.

Apesar de vários defeitos na sistemática de incentivo, sendo o mais grave a desvinculação da atividade florestal das atividades de uso da madeira, visto que qualquer empresa poderia se beneficiar do incentivo, mesmo não sendo consumidora da matéria prima, o País formou na década de 60 considerável massa florestal destinada à indústria, estimada em 4 milhões de hectares ocupados com diferentes espécies de *Eucalyptus e Pinus*.

Um novo impulso à atividade florestal ocorreu na década de 70, em seguida aos dois choques de preços do petróleo, tendo sido estimulados os usos industriais da lenha e do carvão vegetal em substituição ao óleo combustível e ao carvão metalúrgico importado. O uso do carvão vegetal na siderurgia determinou a evolução do processo (SMITH, 1989).

O impulso de crescimento da demanda iniciado na década de 70 induziu à implantação do Programa de Carvão Vegetal do Governo Mineiro, abrangendo o desenvolvimento das técnicas florestais, dos métodos de produção e de caracterização do carvão e da introdução de inovações no processo de carbonização. O qual serve como base para outros estados.

Na opinião de Rodrigues (1991), as plantações de eucaliptos constituíam um recurso essencial no Programa Nacional de Desenvolvimento Siderúrgico; esperava-se com ele produzir 36% da madeira necessária para a produção de carvão vegetal. Os espaçamentos mais usados eram 2m x 2m, 2m x 2.5m, 3m x 1.5m e 3m x 2m. O ciclo mais comum era de 21 anos, dividido em 3 cortes rasos a cada 7 anos.

Atualmente, o melhoramento genético e as pressões de demanda do mercado por mais carvão trouxeram o ciclo de corte para 18 anos, ou 3 cortes a cada 6 anos. O espaçamento ainda fica em torno de 6 a 9 metros quadrados por planta, porém a variação entre as linhas e os indivíduos se dá em função dos tratos silviculturais mecanizados. A expectativa é que o carvão vegetal utilizado na siderurgia nacional seja todo oriundo de plantios florestais.

A madeira de eucalipto, devido às suas características silviculturais e fisicoquímicas, como alta densidade, alto poder calorífero e alto rendimento no processo industrial, tem sido amplamente utilizada para a produção de lenha e carvão vegetal, substituindo significativamente a utilização de madeira oriunda de florestas nativas, sendo as espécies mais utilizadas: *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. cloeziana*, por apresentarem maior densidade, associada à alta produtividade, (BARROS, 2005; SCARPINELLA, 2002).

O mercado de carvão vegetal demanda hoje mais de 30 milhões de mdc (metro de carvão), dos quais mais de 20 milhões são originários de eucalipto, sendo Minas Gerais o estado que mais consome carvão vegetal no Brasil (\pm 63,6% do consumo nacional) (MORA e GARCIA, 2000).

O eucalipto é plantado atualmente, em quase todo o mundo, por ser uma planta que possui espécies adaptadas a diversas condições de clima e solo. A maioria das espécies plantadas no Brasil apresentam um crescimento rápido, produz grande quantidade de madeira e subprodutos e tem fácil adaptação.

Para se ter uma idéia da diversificação das espécies, existem eucaliptos que se adaptam muito bem a regiões de temperaturas em torno de 35 °C e outros que suportam um frio de até 18 °C abaixo de zero (BRANCO, 1999).

Segundo Brum e Leal (2004), Tonello *et al.* (2008), os eucaliptos cobrem uma área nacional de mais de três milhões de hectares que, apesar de se concentrar principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, apresentam plantios pulverizados em praticamente todo o território nacional. A maior parte da madeira consumida no País é na forma de lenha ou carvão vegetal.

Além da madeira e carvão, o eucalipto pode ser usado para a produção de mel, óleos essenciais, dormentes, celulose e papel, madeira serrada, mourões de cercas, postes, madeira para construções rurais, quebra-ventos, dentre outros (RODIGHERI, 1997).

Segundo Higa e Higa (2000), além dos eucaliptos, ainda não existem espécies florestais, nativas ou exóticas de outros gêneros, capazes de, no curto prazo, suprir a necessidade de madeira.

O gênero eucalipto não foi escolhido sem um prévio estudo de suas vantagens e potencialidades, mas foi escolhido em função das inúmeras vantagens, como: rápido crescimento volumétrico e potencialidade para produzir árvores com boa forma, com bom incremento, facilidade a programas de manejo e melhoramento, tratos culturais, desbastes, desramas; grande plasticidade do gênero, devido à grande diversidade de espécies, adaptando-se às mais diversas condições edafoclimáticas; elevada produção de sementes e facilidade de propagação vegetativa e adequações aos mais diferentes usos industriais, com ampla aceitação no mercado.

Para o caso específico do Brasil, o eucalipto possui um caráter estratégico, uma vez que a sua madeira é responsável pelo abastecimento da maior parte do setor industrial de base florestal. Com o desenvolvimento industrial embasado em florestas plantadas de eucalipto ao longo das últimas décadas, verifica-se ser um novo método de inclusão social e de redução de impacto ambiental, sobretudo em função do incremento da produtividade de florestas no País.

De acordo com Sampaio (2004) em seus estudos sobre a cadeia produtiva do ferro-gusa, o uso do carvão vegetal de eucalipto para produção de metais prevaleceu apenas no Brasil, onde a biomassa cresce com extrema rapidez. Essas condições naturais têm viabilizado a manutenção da siderurgia à base de biomassa até os dias de hoje.

Segundo Valverde (2004), o eucalipto, por ser considerado mais rentável economicamente, é a madeira mais usada nos projetos de reflorestamento. A produtividade média por hectare, comparativamente a outras espécies, é maior e o custo de produção é inferior.

O custo de produção de um metro cúbico da madeira está em torno de R\$ 18, o primeiro corte do eucalipto se dá por volta dos sete anos, o custo de produção para a formação de 1 hectare

de eucalipto, até aos dois anos, oscila entre R\$ 1,2 mil e R\$ 1,8 mil, dependendo do tipo de eucalipto a ser cultivado (VALVERDE *et al.*, 2006).

O corte do eucalipto para industrialização ocorria geralmente aos 7 anos de idade, num regime que permite até 3 rotações sucessivas e econômicas, com ciclo de até 21 anos. O que não ocorre mais nos dias de hoje, o ciclo diminuiu para 18 anos e o corte ocorre aos 6 anos (TRUGILHO, 2005).

Plantios clonais de híbridos de eucaliptos produzem até 45 m³/ha/ano, mas, a média de produtividade é de 30 m³/ha/ano. Existem informações de até 70 metros cúbicos em algumas empresas nacionais (SBS, 2003).

Segundo Silva e Ribeiro (2006), da madeira de eucalipto, atualmente, se produzem por ano, no setor de celulose, 5,4 milhões de toneladas de celulose, representando mais de 70,0% da produção nacional; número também impressionante é o setor de carvão vegetal, com uma produção anual de 18,8 milhões de m³, representando mais de 70,0% da produção nacional; outro setor importante é o de chapa de fibra, com uma produção anual de 558 mil m³, representando 100,0% da produção nacional; o setor de chapas de fibra aglomerada produz 500 mil m³, representando quase 30,0% da produção nacional.

De acordo com Couto *et al.* (2007), atualmente o Brasil possui a melhor tecnologia de implantação, condução e exploração de florestas de eucalipto. Pode-se esperar também que o setor contribua para potencializar a balança comercial brasileira, com aumento das exportações de produtos de base florestal, ou que deles se utilizam como o ferro-gusa, bem como diminuir as importações de produtos que podem ser substituídos pela madeira, principalmente os energéticos.

No Brasil, a produção de biomassa vegetal é outro aspecto importante. Devido à situação tropical predominante, onde a radiação e a temperatura influenciam na taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, na absorção do dióxido de carbono na atmosfera, o plantio de eucalipto permite a fixação de carbono no solo, possibilita ao usuário a obtenção de madeira, para fins

energéticos, que substitui os combustíveis fósseis e mantém um ciclo fechado quando transforma a madeira em carvão vegetal para operações siderúrgicas. Ou seja, libera dióxido de carbono para a atmosfera durante o processo de carbonização, mas fixa o elemento na fase florestal (PAIXÃO, 2000; SANTIAGO e PANNIRSEL, 2004).

De acordo com Andrade *et al.* (2003), uma floresta plantada dentro dos conceitos de auto-sustentabilidade, garante a proteção de florestas nativas e a preservação de áreas legalmente intocáveis e de certas espécies vegetais e animais. Além disto, traz benefícios econômicos resultantes da proteção realizada pelos agentes biológicos, insetos e pássaros presentes na biota natural da região.

Segundo Januzzi (2003), dentre as consideradas plantações energéticas, a biomassa florestal, representada pelo eucalipto, se apresenta como a fonte mais segura, perene e renovável de energia para os países tropicais, como o Brasil. Industrialmente, o carvão vegetal é o mais importante combustível e redutor do minério de ferro, em operações siderúrgicas e metalúrgicas.

As florestas de eucalipto apresentam custos de produção mais baixos para as indústrias utilizadoras do carvão vegetal e as mesmas o fazem devido a inúmeras vantagens apresentadas pela espécie, e como apresentam a produção verticalizada, podem suportar preços de insumos mais altos, em especial os do carvão vegetal elaborado a partir de biomassa originada de reflorestamentos. (MONTEIRO, 2006).

O eucalipto será sem dúvida uma importante ferramenta para o desenvolvimento de um Programa Nacional de Energia no Brasil. Em um comparativo do custo para a geração de um Gcal a partir de diferentes fontes, temos que a partir de carvão mineral são necessários R\$ 188,88, a partir de óleo combustível são necessários R\$ 81,66, a partir de gás natural são necessários R\$ 70,95 e a partir de eucalipto são necessários R\$ 35,63 (MME, 2003).

2.3 - PLANTIOS FLORESTAIS EM ÁREA DE CERRADO

De acordo com Alho e Martins (1995), o Cerrado cobre cerca de 2 milhões de km² do território nacional (23% do total), localizados nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Tocantins e Goiás.

Estima-se que aproximadamente 37% da área total de cerrado perdeu sua cobertura vegetal primitiva. Do total desmatado, 46,5% estão ocupados com pastagem; 18,0% com culturas temporárias, principalmente soja, milho e arroz; 4,3% com culturas perenes, principalmente eucalipto, pinus, manga e café; 3,22% com represamentos e áreas urbanas; e 27,95% são ocupados por áreas que foram degradadas e abandonadas sem preocupação com nenhum tipo de conservação (RATTER e RIBEIRO, 1996; DIAS, 1993).

De acordo com Martini (2004), a madeira usada na produção de carvão, no início da indústria siderúrgica, provinha exclusivamente de matas nativas. Madeiras nobres, como o jacarandá e o angico, eram carbonizadas segundo a tecnologia da época, com baixo rendimento em carvão. Entretanto, no ano de 1818, Frederico Varnhagen já manifestava, em memorial ao Príncipe Regente, a preocupação com a conservação das matas como medida de economia da indústria.

Devido às condições edafoclimáticas favoráveis à implantação de diversas culturas, as regiões de Cerrado têm sido desmatadas para a implantação das mesmas, e a madeira retirada é convertida em carvão vegetal e lenha devido à demanda do mercado. O mesmo é utilizado para a secagem dos grãos e também é destinado às empresas siderúrgicas, produtoras de ferro-gusa (VALVERDE, 2003).

Com um mercado sempre crescente e cada vez mais exigente em qualidade, seria fora de propósito proibir a derrubada de matas naturais se não houvesse a alternativa de utilizar a madeira oriunda de reflorestamento.

Os plantios florestais em áreas de cerrado são muito importantes no suprimento da demanda de madeira para os mais diversos fins, como lenha, carvão, postes, escoramentos, serraria e

fabricação de papel. Uma das grandes funções atuais dos plantios consiste em diminuir a pressão e a demanda por espécies nativas, muitas vezes com elevado risco de extinção (LIMA, 1997, FERREIRA, 2007).

Em comparação com outras modalidades de uso da terra, o reflorestamento ou plantio comercial de espécies arbóreas é a atividade agrícola que mais se recomenda para a conservação do solo, proteção dos mananciais e a recuperação de áreas degradadas. Precisamente, por este motivo, é que se consideram a silvicultura e os cultivos perenes como os mais indicados sistemas de uso da terra para regimes de clima tropical, onde são mais graves os riscos de degradação do solo através da erosão e lixiviação.

Em função da recente ocorrência de um *déficit* energético no Brasil é grande a preocupação de onde serão instalados os plantios florestais para o suprimento de madeira para o abastecimento das indústrias. As regiões de maior aptidão estão localizadas no bioma Cerrado, no qual, gradativamente, as monoculturas agrícolas são substituídas por maciços florestais (MME, 2003).

Para o empresário Vilmar Berté (2007), diretor da Berté Florestal – empresa com projetos de reflorestamento em várias regiões de Mato Grosso - a pressão sobre a área nativa vai diminuir nos próximos anos em função de novos projetos de reflorestamento.

Só nos últimos 10 anos foram reflorestados mais de 80 mil hectares (ha) em Mato Grosso, com uma previsão de reflorestamento de 20 mil a 30 mil/ha por ano. “Quando atingirmos este patamar, poderemos pensar em auto-suficiência para suprir o mercado sem a necessidade de cortar árvores nativas”, frisou o empresário, Vilmar Berté (2007).

2.4 – PROCESSOS

Para Omachi *et al.* (2004), Sales e Andrade *et al.* (2005) e Genovese e Udaeta *et al.* (2006), biomassa é todo material orgânico, não-fóssil, que tenha conteúdo de energia química no seu interior, o que inclui todas as vegetações aquáticas ou terrestres, árvores, lixo orgânico, resíduos de agricultura, esterco de animais e outros tipos de restos industriais. Atualmente são

de grande interesse as florestas energéticas e os resíduos agrícolas como cascas de arroz, serragem e bagaço de cana (NOGUEIRA e LORA, 2003).

A energia gerada pela biomassa é também conhecida como energia verde ou bioenergia (GRAUER e KAWANO, 2001).

A biomassa é uma fonte renovável de energia em escala suficiente para desempenhar papel expressivo no desenvolvimento de programas vitais de energias renováveis e na criação de uma sociedade ecologicamente mais consciente. Embora seja uma fonte de energia primitiva, seu amplo potencial ainda precisa ser explorado (LIMA E LIMA *et al.*, 2006).

Depois de um longo período de negligência, o interesse pela biomassa como fonte de energia renasce, e os novos avanços tecnológicos demonstram que ela pode se tornar mais eficiente e competitiva. O Brasil é pioneiro no ressurgimento de sistemas de energia da biomassa (ROSILLO-CALLE *et al.*, 2005).

A biomassa florestal possui características tais que permitem a sua utilização como fonte alternativa de energia, seja pela queima da madeira, como carvão, aproveitamento de resíduos da exploração e aproveitamento de óleos essenciais, alcatrão e ácido pirolenhoso (COUTO *et al.*, 2000).

Uma das formas de utilização da biomassa é através da queima direta para produzir energia térmica e elétrica. O Brasil se destaca pela utilização de biomassa florestal para a produção de energia e carbonização, devido à abundância de material lenhoso.

A carbonização é o processo no qual a madeira é transformada em carvão, quando submetida à ação do calor, é um dos métodos mais remotos de agregar valor à madeira, transformando-a em carvão vegetal. O carvão vegetal pode ser definido como resultado final da pirólise da madeira (CASTRAL, 2003).

Para Sampaio (2004), a carbonização nada mais é do que a destilação da biomassa, transformando-a em uma fração rica em carbono, denominada carvão vegetal, e outra fração constituída de vapores e gases (alcatrão, licor pirolenhoso e gases não condensáveis).

A carbonização da madeira é feita em fornos de barro ou alvenaria, em ciclos de aquecimento e resfriamento que duram vários dias.

A participação do carvão vegetal originário de florestas plantadas tende a aumentar, contribuindo para diminuir a pressão sobre as florestas nativas.

2.4.1 – Produção de Carvão Vegetal

Barcellos *et al.* (2004) definem o carvão vegetal como um material sólido, poroso, de fácil combustão e capaz de gerar grandes quantidades de calor (6.800 kcal.kg⁻¹).

No Brasil, o sistema predominante de produção de carvão vegetal, cerca de 80%, é constituído de fornos de alvenaria e argila, comumente chamados de fornos rabo quente. Os fornos são principalmente de superfície quando o terreno é plano ou fornos de encosta quando em regiões de relevo acidentado e que podem carbonizar diferentes volumes de lenha variando normalmente na faixa de 6 a 20 estéreos (quantidade de lenha que pode ser empilhada ordenadamente em um metro cúbico). (BRITO 1990; PINHEIRO E SAMPAIO *et al.*, 2005).

Difícilmente a planta de carbonização consta apenas um forno para a carbonização da madeira, devido ao fato de apresentar pouco espaço para a acomodação da madeira, então se monta a carvoaria.

Chama-se carvoaria o local onde estão localizados os fornos de carbonização, e onde são realizadas todas as atividades de carbonização, desde o recebimento de madeira até o despacho do carvão produzido. E, há um conjunto de fornos da carvoaria, conduzidos por uma equipe específica de mão-de-obra.

Segundo Pinheiro, Sampaio e Bastos Filho (2005) os fornos do tipo rabo quente realizam um ciclo a cada seis ou sete dias, podendo chegar a dez dias se a umidade da lenha for elevada, cujo período se divide em duas partes: o acendimento do forno e o controle da entrada de ar, quando ocorre efetivamente a carbonização.

Terminada a carbonização, que dura em média três dias, o forno é completamente vedado com argila e deixado em resfriamento até atingir temperaturas internas em torno de 40°C a 50°C, quando então é possível a descarga do forno sem risco de ignição do carvão ao entrar em contato com o ar (PIMENTA, 2002).

De acordo com Monteiro (2006), a produção de carvão vegetal implica a dispersão de grandes quantidades de matéria e energia iniciada com a derrubada da mata e prosseguindo durante o processo de carbonização, uma vez que as instalações existentes são projetadas apenas para o aproveitamento do carvão vegetal, perdendo-se os voláteis.

Durante a carbonização, a madeira, pela ação da temperatura, é decomposta em um produto sólido: o carvão vegetal; e os gases voláteis, compostos de uma fração que pode ser liquefeita – o material pirolenhoso – em uma fração não-condensável. Assim, do processo de carbonização aproveita-se apenas o carvão vegetal, dispersam-se gases, vapores d'água, líquidos orgânicos e alcatrão – este último de significativo valor comercial e elevado poder calorífico (0,6 gep/kg).

2.4.1.1 - Escolha do local

A escolha do local da construção dos fornos é um fator relevante por ser onde será produzido o carvão e o local no qual os trabalhadores passarão a maior parte do tempo, em atividades como o manejo da madeira cortada, o carregamento dos fornos, a retirada e preparando a carga de carvão para o transporte.

Comumente, os produtores de carvão vegetal escolhem terrenos planos, onde é possível construir os fornos de forma mais rápida, sem custos elevados, garantindo o escoamento das águas da chuva, evitando assim, que a madeira ou o carvão vegetal retenham umidade.

2.4.1.2 - Preparação do terreno

Depois de selecionado o local da construção dos fornos, o terreno passará por uma limpeza, de onde são retirados os tocos existentes, os resquícios de vegetação e, o mesmo será preparado para a construção dos fornos.

Caso o terreno tenha alguma inclinação, é feito o nivelamento com o uso de máquina niveladora (um trator), sem grandes técnicas mais aprimoradas, e, posteriormente, é realizada a construção dos fornos.

2.4.1.3 - Construção dos fornos

O modelo mais simples de forno é uma construção de alvenaria em forma de colméia, com orifícios de entrada de ar. O carregamento é feito por batelada, sendo a madeira cortada em toras de 1,0 a 2,0 m de comprimento.

A construção do forno geralmente é feita pela própria carvoaria – unidade ou local onde se concentram os fornos e as atividades desde o recebimento da lenha ao ensacamento e despacho do carvão – ou por meio da contratação de mão-de-obra terceirizada, por empreitada, quando necessário.

Cada forno, se bem construído e adequadamente operado, tem uma vida útil de dois anos e se for bem mantido e reformado, quando necessário, pode estender a vida útil até 10-12 anos. Os tipos mais utilizados na produção de carvão vegetal artesanal são:

1 - Fornos tipo rabo quente: É um forno de tijolos, para 14 a 18 metros de lenha. Constrói-se com tijolos batidos e barro. É apropriado para pequenos produtores porque o seu custo de construção é baixo e pode realizar uma queima por semana.

2 - Fornos de alvenaria: Muito utilizados por pequenos produtores ou com baixa capacidade de investimentos. É um processo de fonte de calor interno onde parte da madeira no interior do forno deve ser queimada para transmitir calor ao restante da pilha. Apresenta menores frações de pirolenhosos, menos carbono fixo e maior dificuldade de obtenção de alcatrão.

2.4.2 - Aquisição da matéria prima

2.4.2.1 - Madeira nativa

Na maioria das vezes, as carvoarias utilizam madeira nativa provenientes de desmatamentos autorizados por Órgãos Ambientais concedidos a proprietários rurais, que o fazem para a implantação de monoculturas ou pasto para criação de gado.

Quando a matéria-prima é proveniente do corte raso, o caso específico da implantação de uma outra cultura, os proprietários das carvoarias não pagam nada por ela, apenas fecham um acordo com o dono da propriedade em questão, realizando uma troca de favores.

Pelas técnicas utilizadas, nem todo o material lenhoso é aproveitado para a produção de carvão vegetal. Para a carbonização, utiliza-se somente a lenha cujo diâmetro não seja inferior a 5 cm e nem superior a 50 cm. Estas limitações vinculam-se principalmente ao fato de que as árvores com diâmetro superior a 50 cm implicam dificuldades de transporte bem como de carbonização, e o desdobramento em pedaços menores consumiria uma quantidade de energia que torna a sua utilização antieconômica (MONTEIRO, 2006).

2.4.2.2 - Madeira de reflorestamento

O carvão vegetal proveniente do eucalipto é mais comumente utilizado por empresas siderúrgicas e por outras empresas de base florestal. Essas empresas são verticalizadas e produzem o carvão vegetal para seu próprio consumo, ou ainda, fomentam para pequenos produtores, desde o plantio à produção de carvão vegetal.

Segundo Finco e Rezende (2007), para produzir carvão vegetal de florestas plantadas, leva em média sete anos para que o mesmo possa ser produzido. Isso faz com que o custo do carvão vegetal de eucalipto aumente devido aos tratamentos silviculturais e, conseqüentemente seu valor no mercado (preço) também aumenta.

Para a produção do carvão vegetal de eucalipto com a qualidade exigida pelas empresas e pelo mercado consumidor, são adotados critérios rígidos de qualidade. De acordo com Minette *et al.* (2007), a madeira selecionada tem diâmetro médio de 16 cm, cerca de 5 a 7 anos de idade e espaçamentos que variam de 1,5 x 2m a 3 x 2.

Um fator determinante na qualidade do carvão vegetal é sua densidade (Pereira *et al.*, 2000). Os mesmos autores ressaltam algumas vantagens na utilização do eucalipto para a produção de carvão vegetal como: a) menor área de estocagem e manuseio da madeira; b) maior rendimento energético no transporte; c) maior rendimento das caldeiras para queima direta da madeira. Essas características proporcionam ao produtor maior rentabilidade no investimento.

Nas regiões sul e sudeste há uma tradição mais remota em plantios de florestas com espécies exóticas, em sua maior parte eucalipto, para a produção de madeira destinada à multiprodutos evitando assim, a exploração da mata nativa quase extinta nessas regiões. Como o mesmo problema começa a atingir as demais regiões, começaram recentemente o plantio de eucalipto para substituição do suprimento da madeira que outrora era extraída do Cerrado.

2.4.3 - Preparação da matéria prima

A madeira de nativas, normalmente oriunda de processos de abertura para a expansão da fronteira agropecuária, é preparada com o corte das toras que podem variar de tamanho entre 1,00 e 1,40 m de comprimento, conforme a disposição da carga dentro do forno e principalmente baseado na experiência do forneiro ou queimador.

Comumente é nessa etapa que há uma prévia secagem da madeira. A mesma é empilhada no pátio até a desocupação dos fornos, o que se dá entre 7 e 10 dias.

Em plantios florestais a madeira cortada é deixada no campo por cerca de 60 a 90 dias para atingir a umidade ideal para a carbonização. Na maioria das vezes o material já vem do campo nas dimensões ideais para o tamanho dos fornos.

2.4.4 - Preenchimento dos fornos

Cada forno tem capacidade para 10 estéreos de lenha para produção de cerca de 8 a 10 metros de carvão ou mdc – unidade de medida para o carvão vegetal que equivale à quantidade de carvão que cabe em um metro cúbico – em função da variação de umidade, qualidade da madeira e do manejo na montagem da carga num ciclo de até 10 dias;

2.5 - PROCESSO DE CARBONIZAÇÃO EM FORNOS

Carbonização é o processo pelo qual a madeira é submetida a tratamento térmico, a temperaturas elevadas, em uma atmosfera redutora controlada e é praticada de forma tradicional em fornos “rabos-quente” ou de alvenaria com ciclos de aquecimento e resfriamento que duram até vários dias. (INCE, 79; BARCELLOS *et al.*, 2004).

Os fornos retangulares equipados com sistemas de condensação de vapores e recuperadores de alcatrão são os mais avançados em uso atualmente no país. Os fornos cilíndricos com pequena capacidade de produção, sem mecanização e sem sistemas de recuperação de alcatrão

continuam sendo os mais usados nas carvoarias. A temperatura máxima média de carbonização é de 500°C.

Nos fornos do sistema artesanal, o ciclo de produção inicia-se após a construção do forno, onde são utilizados tijolos assentados com uma massa preparada com água, cal e terra argilosa.

Durante o processo de acendimento do forno todos os orifícios permanecem abertos por cerca de duas horas, quando apenas a chaminé é lacrada permanecendo abertas as “baianas” por cerca de 5-6 horas -. Os suspiros permanecem abertos por cerca de 40-80 horas, dependendo da umidade da lenha ou até que uma fumaça azulada se manifeste, quando então tudo é lacrado, iniciando-se, assim, o processo de esfriamento do forno, que pode durar até quatro dias, até que o carvão esfrie.

O controle de oxigênio é efetuado pela obstrução progressiva dos orifícios de entrada de ar. O forno de alvenaria do tipo mais simples, de baixo custo, usado principalmente no carvoejamento de madeira nativa, possui orifícios de controle de entrada de ar.

Nos fornos de alvenaria, o avanço do processo de carbonização é avaliado pela coloração da fumaça que escapa pelos orifícios. O processo de carbonização completo, do carregamento do forno a retirada do carvão, dura cerca de 8 dias.

Segundo Fontes e Silva *et al.* (2005), o carvão vegetal é um subproduto florestal resultante da pirólise da madeira, também conhecida como carbonização ou destilação seca da madeira; um método destrutivo. Nos fornos tradicionais utiliza-se cerca de 2,2 estéreos de madeira (cerca de 1,1 t) para produzir 1 m³ de carvão (0,25 t) (FERREIRA, 2007).

Este processo de carbonização é marcado pela baixa eficiência energética, com significativa perda de energia equivalente a 240 kgep por tonelada de madeira seca, para um rendimento médio de 30% de carvão (MARTINS, 1980).

Em quase sua totalidade a produção de carvão vegetal é realizada por sistemas rudimentares de carbonização em que o controle do processo é realizado pela cor da fumaça. Não há eliminação da poluição ou recuperação de subprodutos, não existe aproveitamento energético do processo, durante a carga de madeira o processo de carbonização e a descarga do carvão são incorporados materiais estranhos, como pedras, areia etc., reduzindo a qualidade do produto final (carvão).

Monteiro (2006), disse que não há dúvidas em indicar que o processo amplamente utilizado na maior parte das regiões é o de carbonização dos fornos conhecidos pela denominação de “rabo-quente”, que resulta em parâmetros de conversão na ordem de 3 t de lenha para 1 t de carvão.

2.5.1 - Desenfornamento, Ensacamento e Despacho

A porta, as “baianas” e a chaminé são abertas, permitindo a entrada de luz tornando possível o trabalho dos forneiros no processo de desenfornamento e ensacamento do carvão vegetal. Após o ensacamento faz-se a costura das bordas da embalagem. A montagem da carga no caminhão é feita de forma a acomodar a maior quantidade de sacaria maximizando assim o peso transportado, sem prejuízo da segurança no transporte, cuja altura máxima deve ser de 4,40 m do chão, permitida pela legislação (COLOMBO E HATAKEYAMA, 2007).

2.6 - MERCADO

A atividade florestal vem ganhando força com a crescente busca não só por seus produtos, mas também pelos serviços que a floresta pode oferecer. Neste contexto, florestas plantadas, como o caso das de eucalipto, se tornam empreendimentos cada vez mais atrativos, uma vez que, segundo Castro (2007), o descompasso crescente entre oferta e demanda de madeira nos mercados interno e externo tenderá a favorecer o quadro de substituição das madeiras nativas pela madeira de eucalipto. Tal fato vem gerando, em alguns casos, escassez de produto, o que aquece, ainda mais a atividade.

O conhecimento da estrutura de mercado do carvão vegetal é fundamental para fins de planejamento da produção, comercialização e previsão, tanto para o setor siderúrgico como para o setor produtor de carvão vegetal (SOARES E SILVA *et al.*, 2004).

Segundo Brum e Leal (2004), as estimativas de entidades ligadas à atividade florestal apontam para um *déficit* de oferta de madeira nativa no Brasil, fato que já ocorre em algumas regiões. Projeta-se um déficit anual médio de plantio de 382 mil hectares de florestas no período 1997-2006, provocado principalmente pela produção de carvão, lenha e madeira sólida.

De acordo com o estudo de Fontes e Silva *et al.* (2005), a produção nacional de carvão vegetal, considerando-se a variação de estoques, perdas e ajustes, é aproximadamente equivalente ao consumo. A maior parcela de carvão vegetal produzida e consumida no país provém de florestas plantadas (74%) contra 26% de florestas nativas (AMS, 2004).

Segundo dados da ABRACAVE (2000), em 1999 o consumo de carvão vegetal de origem nativa foi de 350.000 mdc, apresentando um decréscimo significativo em relação aos anos anteriores quando o consumo era de 1.123.000 mdc em 1998 e 1.636.000 mdc em 1997. Em contrapartida vem crescendo o consumo de carvão vegetal oriundo de florestas plantadas (10.810.000 mdc em 1997; 11.246.000 mdc em 1998 e 11.531.000 mdc em 1999).

O consumo de madeira reflorestada no Brasil é de 102 milhões de m³ por ano, suprimindo assim todos os segmentos industriais. Para isso são necessários cortes de 450 mil hectares ao ano, porém a área reflorestada anualmente tem sido em média de 150 mil hectares. Estima-se que em curto prazo, haverá déficit de madeira proveniente da redução dos reflorestamentos (BRACELPA, 2007).

A finalidade do carvão vegetal é principalmente para a indústria siderúrgica, onde exerce dupla função: de energético e redutor na transformação do minério de ferro em ferro gusa e deste em produtos mais elaborados, principalmente o aço.

De acordo com a ABRACAVE (2007) a produção de carvão vegetal atualmente é de 24,5 milhões de m³ por ano, ou seja, são aproximadamente 164 mil hectares de florestas cortadas para atingir essa produção. Com 3 - 4m³ de carvão é possível produzir 1 tonelada de ferro-gusa.

O Estado de Minas Gerais é o maior produtor e consumidor de carvão vegetal, consumindo, em média, cerca de 18 milhões de metros cúbicos deste insumo (ABRACAVE, 2002; REZENDE *et al.*,2005).

Em 2003, o setor residencial e a produção de carvão consumiram 25,7 e 34 milhões de toneladas de lenha, equivalentes a 31% e 41% da produção de lenha brasileira. O carvão vegetal teve no mesmo ano crescimento de 17,7%, em relação a 2002, em função da demanda de “guseiros” independentes e da produção de silício metálico, (VALVERDE, 2003).

Os números mostram que a produção brasileira desse insumo em 2005 foi de 9,9 mi t, dos quais apenas 45,5% oriundos de florestas plantadas (SBS, 2006). O consumo de carvão vegetal no mesmo período foi de 9,7 mi t, dos quais 76,9% para a produção de ferro-gusa e aço; 9,4% para consumo residencial, comercial e agropecuário; 9,1% para os produtores de ferro-ligas; 4% para a produção de cimento e os 0,6% restantes para a produção de não-ferrosos, indústria química, têxtil, cerâmica e outros (BRASIL, 2006).

Brito e Cintra (2004) fizeram uma análise da evolução do consumo da madeira para energia nos últimos dez anos e mostraram ainda que, embora tenha ocorrido diminuição na sua participação porcentual relativa ao consumo total, a quantidade de madeira consumida anualmente permaneceu na escala de 20 milhões de toneladas equivalentes em petróleo (Mtep). Este fato demonstra a existência de um mercado cativo para uso energético da madeira no País (BRASIL, 2004).

Segundo Valverde (2001), com o reflorestamento, o investidor tem a possibilidade de manejar a floresta e vender o produto no momento que achar oportuno. Ou seja, o agricultor não fica

vulnerável à situação do mercado e nem é obrigado a vender seus produtos a preços irrisórios, como acontece com a agricultura. Não há vulnerabilidade do agricultor no mercado.

Na avaliação de Rui Prado (2006), mais do que equilibrar o passivo ambiental resultante de anos de exploração desordenada, o reflorestamento é considerado, hoje, um excelente negócio. Falta madeira no mercado. Os preços estão subindo e o mercado é atrativo para este tipo de investimento.

Neto (2006) relata em seu trabalho que, o mercado de energias renováveis é crescente, devido, principalmente, o aumento no consumo de carvão vegetal e álcool. O mesmo constata que é uma parte do mercado que apresenta boa alternativa para investimento, com retorno financeiro garantido.

Estudos recentes mostram que em cenários futuros haverá muitas vantagens em produzir energia da biomassa, principalmente quando as fontes de energias renováveis se tornarem competitivas em relação aos combustíveis fósseis, o que se espera que ocorra por volta de 2020, (GENOVESE E UDAETA *et al.*, 2006).

A energia da biomassa não desaparecerá como se previu há cerca de duas décadas. Seu papel está se transformando de forma rápida em função de vários aspectos ambientais, energéticos, climáticos, sociais e econômicos. A energia da biomassa não é mais o combustível das sociedades pobres, mas se transforma no combustível de sociedades ricas e conscientes da importância da preservação do meio ambiente (ROSILLO-CALLE *et al.*, 2005).

Pereira (1998), concluiu em seu trabalho que o preço do carvão vegetal varia de acordo com o movimento do mercado siderúrgico internacional. O mesmo autor relata também que em testes econométricos evidencia-se a correlação entre o preço do carvão vegetal e os preços internacionais do ferro-gusa e do ferro-ligas.

De acordo com Fontes e Silva *et al.* (2005), a variabilidade de preços no mercado de carvão vegetal se deve, em parte, ao grande número de produtores e fornecedores e à oferta de que,

dadas às condições edafoclimáticas, está sujeita às flutuações estacionais e aleatórias. Visto que a demanda desse produto é estável.

Com os preços do ferro-gusa em alta, chegando a ser vendido, em dezembro de 2004, a US\$ 235,56 a tonelada, começa-se a se propalar que a produção do carvão vegetal - cujos preços, só em 2004, subiram de US\$ 51 a tonelada, em janeiro, para US\$ 121 a tonelada, em dezembro daquele ano, terá uma elevação de 460% (MONTEIRO, 2006).

Pelo fato do Brasil ser o maior produtor e exportador de ferro-gusa e utilizar carvão vegetal como termo-redutor, possuir os menores custos de produção de madeira e transformá-la em carvão, o mercado desse insumo está em constante ascendência e permanecerá durante alguns anos, até que haja um equilíbrio entre oferta e demanda de madeira (VALVERDE, 2004).

2.6.1 – Mercado Florestal no Cerrado

Oliveira *et al.* (1998), em seu estudo, diagnosticaram que com a expansão acelerada da atividade florestal no Brasil, a região do cerrado passou a ter maior destaque no processo de reflorestamento do país devido, principalmente, às condições edafoclimáticas e fisiográficas da região serem favoráveis ao estabelecimento de plantios de eucalipto.

O cerrado, que ocupa em torno de um quarto do território brasileiro em área densamente povoada, é provavelmente o maior fornecedor de combustível para o cozimento no meio rural, o que o situa como um dos biomas de importância social.

Uma possibilidade de otimização da produção de biomassa desse bioma para fins energéticos sem depredação é o seu uso sustentado (VALE E FIEDLER *et al.*, 2002).

Segundo Monteiro (2006), para a produção de carvão vegetal se estabelece uma variada gama de relações sociais, mas que em termos gerais têm o seguinte sentido: quando a lenha é originária de desmatamentos para a implantação de pastagens ou para outro tipo do cultivo da terra, os proprietários fundiários cedem a área e nada cobram pela lenha retirada, exigindo em

contrapartida que os produtores de carvão entreguem a área “limpa” para o plantio, quase sempre de pastagem.

A demanda brasileira de carvão vegetal está diretamente ligada à produção de ferro-gusa e a localização centralizada do estado de Goiás o coloca em ponto estratégico entre os dois pólos produtores, Amazônia Ocidental e o sudeste do país. Além disso, o relevo e a qualidade de suas terras favorecem a eucaliptocultura, fonte de matéria-prima para a produção de carvão vegetal.

Com a expansão da produção das empresas de base florestal, percebe-se que as plantações florestais têm se afastado dos grandes centros industriais. Esse fato, até alguns anos atrás, era preocupante devido à inviabilização econômica de se transportar a madeira, matéria-prima para as indústrias, devido à grande distância. Porém, com o aumento da demanda, conseqüentemente, aumento do preço da madeira e de seus subprodutos, a distância não é mais um fator que inviabilize a implantação de florestas. Há empresas que investem em plantios que estão a 2.000 km de distância de seu parque industrial (Valverde, 2004).

3 - FATORES LIMITANTES AO RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO

3.1 – BAIXA PRODUTIVIDADE

A produtividade de biomassa é fator de grande importância, principalmente nos cerrados, devido à baixa fertilidade natural de seus solos pobres e ainda pela ocorrência de déficit hídrico, fatores limitantes para o crescimento das plantas (OLIVEIRA *et al.*, 1998).

Segundo Dias *et al.* (2002), o rendimento térmico na conversão madeira-carvão vegetal continua baixíssimo, em torno de 50%, com desperdício dos inúmeros subprodutos gerados na queima, como o alcatrão, ácido pirolenhoso e diversos gases que não são aproveitados.

O problema relacionado à utilização do carvão vegetal é sua alta variabilidade em qualidade, uma vez que esse produto sofre grande influência da madeira que lhe deu origem e do sistema

de produção. Essa variabilidade ocasiona grande desperdício do material, pois dificulta a operação adequada dos alto-fornos siderúrgicos, influenciando diretamente em sua produtividade (TRUGILHO *et al.*, 2004).

Segundo Meira e Brito *et al.* (2005), mesmo o Brasil sendo o maior detentor da tecnologia genética do eucalipto, os processos de carbonização da madeira ainda são muito ultrapassados, subutilizando o aproveitamento das propriedades físicas da madeira que garantem um alto rendimento. Por isso, o rendimento médio da produção de carvão vegetal no país gira em torno dos 40%.

Pereira (1998) relata que é possível inferir, a partir dos resultados obtidos em seu trabalho sobre a produção carvão vegetal, que a produtividade afeta o preço do carvão vegetal obedecendo diretamente às variações do mercado demandante e não os custos de produção.

3.2 – TRANSPORTE

Um fator de enorme relevância na execução dos projetos florestais, por apresentar grande influência em sua viabilidade, é o transporte dos produtos florestais, devido à dimensão e às grandes distâncias internas do país. Há a necessidade de um estudo mais detalhado dos custos, visando viabilizar transporte dos produtos para que se torne viável.

O conhecimento dos determinantes da formação de preços e tarifas de transporte é essencial para uma compreensão maior do funcionamento e do grau de eficiência do sistema de transportes, bem como para a formulação e implementação de políticas públicas que visem incentivar uma operação de transporte mais próxima do socialmente desejável (CASTRO, 2003; OLIVEIRA, 2000).

Segundo Machado e Lopes (2000), no setor florestal, a colheita e o transporte de madeira são as etapas mais importantes, economicamente, dada a sua alta participação no custo final do produto e os riscos de perdas envolvidos nessas atividades.

O transporte é um forte componente no preço da madeira, tanto nativa quanto plantada, nos principais mercados nacionais. Precariedade das estradas e outras implicações de ordem logística elevam os custos de frete, representando para algumas espécies entre 30 a 40% do preço do produto nos grandes mercados consumidores (TOMASELLI, 1997; IUDÍCIBUS, 2000).

O consumo de carvão vegetal não é homogeneamente distribuído entre as regiões consumidoras de Minas Gerais. O custo de transporte, a localização e outros fatores específicos diferenciam os preços em cada região. Assim, as diferenças de preços entre regiões estão atreladas às distâncias em que o carvão vegetal produzido está de sua fonte consumidora, ou seja, do parque industrial (REZENDE *et al.*, 2005).

O direcionamento do enfoque econômico para operação de transporte florestal é de grande importância, por influenciar significativamente o fluxo de caixa e, conseqüentemente, a viabilidade do projeto em questão, dada a grande representatividade dessa atividade no custo final da madeira (MACHADO e LOPES, 2000; FREITAS, SILVA e MACHADO, 2007).

3.3 – MEIO AMBIENTE E SITUAÇÃO TRABALHISTA

Dois outros fatores muito importantes e limitantes, atualmente, devido à cobrança da sociedade, são referentes ao meio ambiente e a situação insalubre e degradante dos trabalhadores nas carvoarias.

Colombo e Hatakeyama (2007) ressaltam em seu trabalho que, a maior incidência de problemas nos dois aspectos, trabalhista e ambiental, ocorre em quase todas as regiões do Brasil. A maior frequência é nos Estados do Pará, Rondônia, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia e Maranhão. Em menor escala nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, sem excluir alguns casos ocorridos no Estado do Paraná, principalmente, no que se refere ao trabalho infantil, escravo ou degradante.

De acordo com Renner (2004), a destruição e a degradação de florestas são em grande parte devidas à expansão das culturas agrícolas e das pastagens, da demanda da madeira como *commodity* e as necessidades locais de lenha para subsistência. Uma das alternativas para que a pressão sobre as florestas diminua, é o manejo florestal ou as plantações de florestas de produção.

Plantar florestas (florestas ou plantações energéticas) com a finalidade exclusiva de produção de biomassa para energia cria uma perspectiva ambiental mais sustentável (ROCHADELLI, 2001), uma vez que o sistema de produção contempla o aproveitamento da madeira e, conseqüentemente, o retorno dos resíduos culturais (galhos, folhas e ponteiros) para o solo (MULLER *et al.*, 2005).

Segundo Monteiro (2006), o aumento da produção de carvão vegetal, devido à necessidade das indústrias de ferro-gusa, não tem acontecido sem afetar diversos setores da sociedade em função dos efeitos deletérios relacionados à demanda do carvão vegetal, que têm ampliado a pressão sobre a floresta primária; patrocinado a existência de trabalho infantil, degradante e mesmo escravo na produção carvoeira.

O estado de Goiás representa, a nível nacional, mais de 11% da área extraída de madeira nativa para a produção de carvão vegetal (IBGE, 2003).

A cobrança da sociedade brasileira perante esses problemas é comumente relatada nos noticiários e isso ocasiona a preocupação das grandes empresas de base florestal. De acordo com Germano Aguiar Vieira (2006) presidente da Associação Mineira de Silvicultura, as empresas de base florestal estão buscando desenvolver projetos ambientais juntamente com as florestas de produção de eucalipto, por perceberem que a preservação ambiental é fundamental para o desenvolvimento dos negócios.

Com muita freqüência, os noticiários nacionais dão conta das atividades ilegais do setor carvoeiro no Brasil, principalmente no tocante à utilização da mão-de-obra infantil, escrava ou degradante.

A expectativa da sociedade brasileira com relação à legalização da mão-de-obra pode ser verificada pela quantidade de autuações sofridas pelos produtores de carvão vegetal. As irregularidades encontradas são as práticas de trabalho escravo ou de situação degradante.

Trabalhadores libertados se encontram sob condições desumanas de trabalho, sem carteira assinada, com salários empenhados em dívidas recorrentes, sem material de segurança, sem assistência médica, além de moradias improvisadas e alimentação inadequada (COLOMBO e HATAKEYAMA, 2007).

De 1995 a 2003, segundo dados da OIT (Organização Internacional do Trabalho), contido na publicação do Instituto Observatório Social (2004), foram libertados nas regiões Norte 5.376, Centro-Oeste 2.052, Nordeste 1.713 e Sudeste 122 trabalhadores em situação precária nas carvoarias.

3.4 – TAXA DE JUROS

As taxas de juros constituem uma das variáveis macroeconômicas mais fundamentais para o bom funcionamento da economia. Calibrar bem a taxa de juros é tarefa de primordial importância, pois os juros têm papel fundamental na determinação do nível de atividade, do emprego, da taxa de câmbio e de outras variáveis econômicas (WESTPHALEN, 2001).

No Brasil, é comum encontrarem-se queixas quanto ao alto nível das taxas de juros. A década passada foi marcada pela estabilização da inflação, obtida com o Plano Real em julho de 1994, e pela abertura comercial e financeira da economia brasileira.

Para a determinação da taxa de juros utilizada nas avaliações econômicas de investimentos nas mais determinadas áreas, é necessário levar em consideração os risco Brasil e risco cambial que influenciam diretamente (GARCIA E DIDIER, 2003).

A taxa de juros é um dos fatores mais relevantes no momento da decisão sobre investir ou não o capital em determinada atividade, pois é ela que determinará quanto o terá de retorno e quanto ele desembolsará até a conclusão do projeto, dando uma visão geral do investimento.

4 – AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA

A avaliação da viabilidade econômica de um investimento envolve o uso de técnicas e critérios de análise que comparam os custos e as receitas inerentes ao projeto que ocorrem ao longo de sua vida útil, visando a decidir se este deve ou não ser implementado.

A necessidade de analisar economicamente a atividade é altamente relevante, pois, por meio dela, o produtor passa a conhecer com detalhes os fatores que afetam sua atividade de maneira significativa. Dessa maneira, consegue-se identificar mais rapidamente os gargalos da atividade, solucionando-os com maior agilidade, garantindo o sucesso em sua produção.

Rezende e Oliveira (2001), Rezende e Oliveira (2000) e Graça e Rodigheri *et al.* (2000) consideraram em seus trabalhos que a análise financeira requer que, primeiramente os custos sejam apurados e devidamente descontados para uma mesma base, assim como as receitas, podendo ser para o presente ou para o futuro. Isso porque a avaliação econômica de um projeto baseia-se em seu fluxo de caixa, que consiste nos custos e nas receitas distribuídas ao longo da vida útil do empreendimento.

O teste de viabilidade econômica consiste em verificar se as receitas inerentes ao projeto superam os custos necessários. Tanto os custos como as receitas são valores diretos, observados do ponto de vista privado, como definido por REZENDE *et al.* (2006); REZENDE e OLIVEIRA (2001).

Segundo Renner (2004), a avaliação econômica de uma alternativa de investimento consiste na determinação (identificação e quantificação) de todas as suas vantagens e desvantagens, na comparação e na posterior escolha da melhor alternativa, mediante a aplicação dos métodos e

critérios de decisão, os quais permitem representar cada alternativa por um número que indica a solução mais econômica.

Segundo Souza (2005), é importante a distinção entre custos fixos e variáveis. Os fixos não influem no processo de decisão, porém, considerar um custo variável como sendo fixo, pode levar a subotimização.

Segundo Valverde (2006), em um de seus trabalhos sobre análise econômica, todos os custos e receitas levantados de uma determinada atividade são componentes primordiais para a análise do fluxo de caixa.

Os fluxos de caixa são valores monetários que representam as entradas e saídas dos recursos e produtos por unidade de tempo, os quais compõem uma proposta ou um projeto de investimento. São formados por fluxos de entrada (receitas efetivas) e fluxos de saída (dispêndios efetivos), cujo diferencial é denominado fluxo líquido (NORONHA, 1987).

Ponciano (2004) em seu trabalho de avaliação econômica utilizou os fluxos de caixa para análise dos dados. De acordo com o mesmo, qualquer avaliação de projeto que não contemple a possibilidade de reduzir os riscos dificilmente produzirá resultados adequados. Uma boa avaliação de um projeto precisa indicar a taxa de rentabilidade esperada, como também fornecer elementos que permitam medir o grau de confiança que se pode associar àquela taxa de retorno. Isso orienta e subsidia a tomada de decisão, tornando-a mais eficiente.

Segundo Coelho Júnior *et al.* (2006) há necessidade de atualizar as séries de preço para que tanto empresas quanto produtores possam dispor de informações de qualidade e atualizadas para a tomada de decisões e de planejamento.

Na opinião de Silva e Almeida (1986), o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) devem ser estimados e utilizados como instrumentos auxiliares na tomada de decisão sobre a realização de qualquer investimento. Tal decisão pode ser referente à aquisição e instalação de um novo equipamento, substituição de equipamentos antigos ou obsoletos,

enfim, qualquer decisão que implique a alocação de recursos por parte do investidor (produtor).

4.1 – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS

A aplicação dos critérios de análise econômica na área florestal é fundamental para se decidir qual o melhor projeto e, ou, alternativa de manejo a serem adotados.

A maior parte dos trabalhos sobre análise econômica de projetos florestais, tem utilizado os principais critérios adotados na quase totalidade dos projetos: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Razão Benefício/Custo (B/C) e Custo Médio de Produção (CMPr) (NAUTIYAL, 1988; SILVA *et al.*, 1999; REZENDE e OLIVEIRA, 2001; SOUZA *et al.*, 2007).

Silva e Fontes (2005) salientam em seu trabalho que todos esses critérios levam em conta a variação do capital no tempo, mas cada um aponta diferentes aspectos relacionados aos projetos.

Guimarães Neto *et al.* (2007) e Bittencourt (2007) utilizaram em seus trabalhos sobre projetos florestais os métodos tradicionais de avaliação econômica, Valor Presente Líquido (VPL), Benefício Periódico Equivalente (BPE), Taxa Interna de Retorno (TIR), Custo Médio de Produção (CMPr), Razão Benefício/Custo, onde, concluíram que, são os métodos que apresentam melhores resultados para esse tipo de estudo.

O Valor Presente Líquido (VPL) é definido como a diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. O valor presente de um montante é a quantia equivalente na data zero, descontando-se uma taxa de juros determinada pelo mercado.

Rezende (2001) define Benefício Periódico Equivalente (BPE) como sendo o fluxo de caixa líquido constante, onde, o primeiro esteja supostamente concentrado no final do primeiro período de tempo de operação do projeto. O projeto será considerado viável economicamente

se apresentar BPE positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que os custos periódicos.

Pode-se dizer que a Taxa Interna de Retorno (TIR) de um fluxo de caixa é a taxa de juros composta “*i*” tal que seu valor atual seja nulo. A taxa obtida deve ser maior que as taxas de juros alternativas existentes no mercado. Quanto maior for a TIR, mais atraente é o investimento (REZENDE e OLIVEIRA, 2000).

A melhor alternativa é aquela que apresenta a soma do(s) fluxo(s) de caixa(s) mais elevada no período em análise, sendo o retorno sempre positivo.

4.2 – INDICADORES ECONÔMICOS

4.2.1 - Taxa de Desconto

No setor florestal há muita controvérsia no que tange à escolha da taxa de desconto a ser usada, sendo observadas variações que vão desde 4% até 15% a.a. (LIMA JÚNIOR, 1995).

Na avaliação financeira, normalmente, recomenda-se aplicar a taxa de desconto de 10% a.a., pelo fato de ser a taxa mais usual na avaliação de projetos de avaliação econômica, conforme afirmaram OLIVEIRA e VOSTI (1997), BENTES-GAMA *et al.* (2005) e LIMA JÚNIOR (1995).

Freitas e Silva *et al.* (2007), em seu trabalho sobre análise econômica, concluíram que a taxa de juros mostrou-se como uma variável de grande importância no cálculo da depreciação, principalmente em virtude do critério adotado para a análise econômica (VPL) e do longo período de duração do projeto.

A taxa mínima de atratividade, ou taxa de juros alternativa, ou custo de oportunidade do capital, é o retorno da melhor opção de investimento alternativo. É o que se deixa de ganhar

pelo não-investimento naquela opção alternativa (REZENDE e OLIVEIRA, 2001; SILVA *et al.*, 2002).

4.2.2 - Valor Presente Líquido

Souza e Clemente (1999) e Oliveira *et al.* (1998) descreveram em seus trabalhos, o método do Valor Presente Líquido (VPL) como sendo a técnica de análise de investimento mais conhecida e mais utilizada. O VPL, nada mais é do que a concentração de todos os valores esperados de um fluxo de caixa na data zero. Para tal, usa-se como taxa de desconto a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) da empresa, que é o retorno da melhor opção de investimento alternativo.

Definido por Faro (1979) em seu trabalho de análise econômica, o VPL de um projeto é a soma algébrica dos valores descontados, a determinada taxa de juros, do fluxo de caixa a ele associado.

Segundo Silva (1992), esse método é um dos mais utilizados na avaliação de investimentos, por obter o valor da produção em termos atuais, considerando uma taxa de juros, e por ser isento de falhas técnicas. A maior dificuldade na sua aplicação está na escolha de uma taxa de desconto apropriada para cada caso, além de apresentar problemas quando se trata da ordenação de projetos de investimento que possuem horizontes de planejamento diferentes.

Ponciano (2004) utilizou o VPL como um dos indicadores do resultado econômico, concluindo que o método tem como vantagem, o fato de considerar o efeito da dimensão tempo dos valores monetários.

Jacovine *et al.* (2007), estudaram sobre a contribuição econômica de sistema agrossilvopastoril, utilizaram como critérios econômicos para avaliar a viabilidade financeira do projeto o VPL e a TIR.

O VPL consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperadas, descontá-las a uma determinada taxa de juros, e somá-las algebricamente.

A fórmula para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) é:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}$$

Sendo:

VPL = valor presente líquido;

R_j = receitas no período j;

C_j = custos no período j;

i = taxa de desconto;

j = período de ocorrência dos custos e das receitas;

n = número total de anos do fluxo de caixa.

4.2.3 - Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno é definida como a taxa de desconto que faz com que o valor atualizado dos benefícios seja igual ao valor atualizado dos custos, sendo um método que depende exclusivamente do fluxo de caixa do sistema de produção. Constitui uma medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo, tendo em vista os recursos demandados para produzir o fluxo de receitas (REZENDE e OLIVEIRA, 1995).

Para que se possa considerar um sistema de produção economicamente viável através da TIR, os resultados obtidos devem superar a taxa básica de remuneração ou taxa mínima de atratividade.

A TIR de um projeto é a taxa que torna nulo o VPL do fluxo de caixa do investimento. É aquela que torna o valor presente dos lucros futuros equivalentes aos dos gastos realizados com o projeto, caracterizando, assim, a taxa de remuneração do capital investido (PONCIANO, 2004).

O cálculo da TIR é semelhante ao do Valor Presente Líquido, sendo que, no lugar de fixar uma taxa de desconto, esta iguala o VPL à zero.

$$\sum_{j=0}^n R_j (1 + i^*)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1 + i^*)^{-j} = 0$$

Sendo:

R_j = receitas no período j;

C_j = custos no período j;

i = taxa de desconto ou taxa de juros mínima de atratividade;

j = período de ocorrência dos custos e das receitas.

4.2.4 - Benefício Periódico Equivalente (BPE)

O Benefício Periódico Equivalente (BPE) é a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise, ao longo de sua vida útil (RENNER, 2004; REZENDE e OLIVEIRA, 2008).

A relevância da aplicação do método do BPE encontra-se na seleção de projetos que apresentam durações ou vidas úteis diferentes, visto que os valores equivalentes obtidos por período corrigem, implicitamente, as diferenças de horizonte (GUIMARÃES NETO, *et al.*, 2007; FERREIRA, 2001).

O BPE que mostra o lucro anual é calculado de acordo com a seguinte relação:

$$BPE = \frac{VPL [(1 + i)^t - 1](1 + i)^{nt}}{(1 + i)^{nt} - 1}$$

em que:

BPE = benefício periódico equivalente;

VPL = valor presente líquido;

i = taxa de desconto ou taxa de juros mínima de atratividade;

n = duração do projeto em anos, meses etc,...

t = número de períodos de capitalização.

4.2.5 - Custo Médio de Produção (CMPr)

Segundo Ferreira (2001) e Souza (2007), o Custo Médio de Produção (CMPr) é utilizado quando se deseja operar com um custo médio mínimo, independente da quantidade produzida e do tempo de duração do investimento.

O CMPr resulta da relação entre o custo total atualizado e a produção equivalente. É necessário que esses valores sejam convertidos num mesmo período de tempo. (RENNER, 2004; REZENDE e OLIVEIRA, 2008).

CMPr é calculado com a seguinte expressão:

$$CM\ Pr = \frac{\sum_{j=0}^n CT_j}{\sum_{j=0}^n QT_j}$$

em que:

CMPr = custo médio de produção;

CT_j = custo total atual;

QT_j = produtividade equivalente;

n = duração de investimento;

j = período de tempo em que os custos e as quantidades produzidas ocorrem.

4.3 – ANÁLISE DE RISCO

Ponciano (2004), conclui em seu trabalho que além da produtividade, outros elementos que afetam o orçamento possuem probabilidade de variarem, como por exemplo, os preços dos

insumos e produtos. É difícil de prever a que níveis estarão os preços um ano ou vários anos mais tarde ou é difícil estimar os custos de oportunidade de um determinado insumo. Para estimar a amplitude desses preços usamos o método da análise de sensibilidade.

A análise de sensibilidade consiste em medir em que magnitude uma alteração prefixada em um ou mais fatores do projeto altera o resultado final. Esse procedimento permite avaliar de que forma as alterações de cada uma das variáveis do projeto podem influenciar na rentabilidade dos resultados esperados (BUARQUE, 1991).

O procedimento básico para se fazer uma análise de sensibilidade consiste em escolher o indicador a sensibilizar; determinar sua expressão em função dos parâmetros e variáveis escolhidos; por meio de um programa de computação obtêm-se os resultados a partir da introdução dos valores dos parâmetros na expressão; faz-se a simulação mediante variações num ou mais parâmetros e verifica-se de que forma e em que proporções essas variáveis afetam os resultados finais em termos de probabilidade.

Oliveira e Scolforo *et al.* (2000), em seu trabalho sobre análise econômica de um sistema agrosilvopastoril com eucalipto implantado em região de Cerrado, utilizaram para análise de sensibilidade diversos cenários teóricos para detectar a sensibilidade do VPL às variações na taxa de desconto, valor da terra, preços, produtividade e custos de produção e proporção da tora aproveitada para serraria e para energia.

Cotta (2006), em seu trabalho de análise econômica do consórcio seringueira-cacau, realizou a análise de sensibilidade utilizando o critério do VPL, no qual a mesma variou a taxa de juros e os custos com mão de obra, concluindo que a taxa de juros é o fator que mais afeta a análise de sensibilidade.

Segundo Woiler e Mathias (1996), o risco é inerente à própria vida, sendo, portanto, impossível eliminá-lo por completo. O risco em uma atividade ocorre quando há possibilidade de que ocorram variações no estado futuro de variáveis relevantes (como preço do produto,

preço e quantidade dos insumos de produção) que, conseqüentemente, afetem o retorno esperado do investimento.

Entretanto, diz-se que há risco em uma atividade quando são conhecidos os possíveis valores assumidos por certa variável relevante e suas respectivas probabilidades de ocorrência. Quando as probabilidades de ocorrência e/ou, estados futuros da variável não são conhecidos, diz-se que há incerteza (FIGUEIREDO *et al.*, 2006).

De acordo com Noronha (1987), a análise de risco é feita através da associação de probabilidades de ocorrência a uma ou mais variáveis do projeto, de maneira a estabelecer suas distribuições de probabilidades. Uma vez modelada a distribuição de probabilidade das variáveis relevantes do projeto, geralmente, identificadas pela análise de sensibilidade, basta simular valores dessas variáveis e verificar seus impactos nos indicadores escolhidos (como o VPL, a TIR, a razão B/C, entre outros). Esses resultados são importantes para a tomada de decisão.

À medida que a taxa de desconto aumenta, o risco do empreendimento também é maior e o VPL de todos os tratamentos cresce em termos negativos, ou seja, o prejuízo aumenta (FERREIRA, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 1998).

Segundo Heliwell (1974), Manning (1977) e Foster (1979), como o tempo de maturação dos projetos são maiores no setor florestal do que em outros setores, a viabilidade de qualquer projeto apresenta considerável sensibilidade às variações na taxa real de desconto usada. Devido a isso, Oliveira *et al.* (1998) sugerem o uso de taxas inferiores no setor florestal àquelas usadas por outros setores da economia.

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 – ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido para o município de Mineiros, sudoeste do estado de Goiás, localizado nas seguintes coordenadas: 17°33'45" de latitude sul e 52°33'45" de longitude oeste de Greenwich. A área total do município de Mineiros é de 9.067 quilômetros quadrados.

O clima da região é caracterizado como tropical quente e úmido, com ocorrência de fortes chuvas na primavera e verão, além das chuvas ocasionais no outono, apresentando temperatura anual variando de 18 a 32 °C, com duas estações bem definidas. A temperatura mais freqüente no ano é em torno de 25 °C. A precipitação pluviométrica varia anualmente de 1600 a 1700 mm na região.

O município encontra-se distante de Brasília – Distrito Federal, a 626 km; 433 km de Goiânia – Capital de Goiás; 460 km de Cuiabá – Capital de Mato Grosso; 550 km de Campo Grande – Capital de Mato Grosso do Sul, sendo esses os principais Pólos de desenvolvimento, e distantes dos portos de Exportação de Goiás à 520 km Anápolis – Porto Seco; 480 km Senador Canedo – Porto Seco e 340 km de São Simão – Hidrovia. A Ferrovia Norte-Sul corta o município e auxilia no escoamento da produção de madeira e seus produtos.

O município de Mineiros passa por mudanças importantes no cenário agrícola após a instalação de grupos sucroalcooleiros na cidade com forte investimento em arrendamentos de terras de culturas. Tais terras, cultivadas há mais de 20 anos são consideradas de elevado potencial produtivo.

5.2 – BASE DE DADOS

Os dados foram coletados em duas etapas, uma referente aos custos e receitas com a produção de carvão vegetal de origem nativa (Tabela 1), e, outra, com os custos e receitas para a produção de carvão vegetal a partir de plantios homogêneos de eucalipto (Tabela 3).

Para a primeira etapa foram levantados dados referentes aos custos e receitas da produção de carvão vegetal de origem de Cerrado nativo, por meio de entrevista *in loco* a um produtor (o único no município a produzir carvão nativo) que atua na região. A exploração ocorre em mais de 90% das áreas do município destinadas à implantação de monoculturas, que são liberadas para desmate pela Secretaria do Meio Ambiente do estado.

Foram realizadas duas entrevistas com a aplicação de um questionário sócio-econômico (ANEXO). Na primeira entrevista (novembro de 2007) foram abordados temas como os custos salariais, custos com material para construção dos alojamentos e dos fornos, impostos, máquinas e equipamentos, custo de frete, dentre outros (MEIRA E BRITO *et al.*, 2005).

Em junho de 2008, com a segunda entrevista, foram atualizados os valores coletados na primeira entrevista.

Foi considerada a produção de carvão vegetal nativo porque é prática comum na região a concessão de áreas ao “carvoeiro” para fins de “limpeza” para os plantios de culturas anuais ou formação de pastagens. Sendo assim, a informação ao agricultor sobre os ganhos com o carvão nativo é importante, pois podem reduzir os custos de implantação da atividade que vem após a retirada da vegetação nativa.

De acordo com o produtor de carvão vegetal de madeira nativa, o rendimento médio por forno é muito baixo, gira em torno de 25% a 30%. Isto é, coloca-se 10 metros de madeira de cerrado no forno e retira-se de 2,5 mdc a 3,0 mdc.

O baixo rendimento na produção de carvão vegetal de nativa é devido ao tipo de cerrado explorado na região, que é do tipo campo sujo ou cerrado *sensu strictu*.

Os dados referentes aos custos da produção de carvão vegetal a partir de plantios de eucalipto foram obtidos junto a uma grande empresa do setor florestal que atua no Cerrado do estado de Minas Gerais em condições climáticas semelhantes às de Mineiros.

Os dados fornecidos pela empresa foram comparados a dados fornecidos por uma empresa de Barra do Garças no estado do Mato Grosso, a Reflorestadora Vale do Araguaia, que iniciou plantios no município de Mineiros no ano de 2008. Os dados foram considerados da forma mais realística possível para as condições da região.

A principal espécie cultivada no município é o *Eucalyptus urophylla* por ter resistência à estresse hídrico que é um fenômeno comum na área de estudo.

Como não há, ainda, plantios em idade ótima de corte, foram considerados valores médios de produção para cortes nas idades de 6, 12 e 18 anos. A partir dos dados foram elaboradas planilhas eletrônicas para os cálculos com métodos de análise econômica de projetos para a tomada de decisão.

O valor do frete para o transporte do carvão vegetal de madeira nativa utilizado no estudo foi o fornecido pelo produtor e o valor do frete adotado para o transporte do carvão vegetal de eucalipto adotado foi de R\$ 2,00 por quilômetro rodado, como Rezende *et al.* (2006).

Além disso, foram levantados valores de fretes junto a caminhoneiros no estado de Minas Gerais e as informações são que os valores variam de R\$1,00 a R\$2,00 por quilômetro rodado. O valor inferior é pago quando se negocia a ida e a volta e os valores maiores são negociados quando a volta é responsabilidade do proprietário do caminhão.

5.3 - ANÁLISE ECONÔMICA

Pelas características da região, o presente estudo considerou dois casos para análise econômica: o caso do carvão vegetal de origem nativa e o caso do carvão vegetal de origem plantada.

Os valores encontrados para o carvão vegetal de origem plantada foram comparados à principal alternativa à cultura da soja oferecida aos produtores, o arrendamento para plantios de cana de açúcar por empresas sucroalcooleiras. O valor do arrendamento é negociado em sacas de soja sendo que o agricultor recebe o equivalente a 20 sacas de soja pelo abandono do cultivo de um hectare de lavoura.

Os critérios adotados para os cálculos da viabilidade econômica da produção do carvão vegetal, bem como sua comparação com as possibilidades alternativas na região foram os seguintes.

5.3.1 – Valor Presente Líquido (VPL)

A viabilidade econômica de um projeto analisado pelo VPL é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos atualizados para determinado ponto com o uso de uma taxa de desconto ou taxa de juros mínima de atratividade (REZENDE e OLIVEIRA, 2008; SILVA *et al.*, 2002).

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j}$$

em que:

VPL = valor presente líquido;

R_j = receitas no período j;

C_j = custos no período j;

i = taxa de desconto ou taxa de juros mínima de atratividade;

j = período de ocorrência dos custos e das receitas;

n = número total de anos do fluxo de caixa.

De acordo com Silva e Jacovine *et al.* (2005), o método do VPL é muito confiável e o que apresenta menos falha.

As receitas e custos foram atualizados a uma taxa de juros mínima de atratividade de 8%a.a., que é a taxa tradicionalmente utilizada para projetos florestais (GUIMARÃES NETO *et al.*, 2007, SOUZA, 2007).

5.3.2 – Taxa Interna de Retorno (TIR)

É a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL à zero (REZENDE e OLIVEIRA, 2008; BENTES-GAMA *et al.*, 2005). Por definição a TIR é o retorno anual sobre o capital investido, assim, o projeto que fornecer a maior TIR será considerado melhor (REZENDE e OLIVEIRA, 2008; SILVA E JACOVINE *et al.* 2005).

A TIR é comparada à taxa mínima de atratividade do projeto e uma vez que seu valor seja superior, há indicação de que o projeto é viável sob o ponto de vista econômico por superar a possibilidade alternativa.

A fórmula de cálculo da TIR é dada por REZENDE e OLIVEIRA (2008) e SOUZA (2007):

$$\sum_{j=0}^n R_j(1 + i^*)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1 + i^*)^{-j} = 0$$

Sendo:

R_j = receitas no período j;

C_j = custos no período j;

i = taxa de desconto ou taxa de juros mínima de atratividade;

j = período de ocorrência dos custos e das receitas;

5.3.3 - Benefício Periódico Equivalente (BPE).

Como o produtor rural em sua atividade tem receitas líquidas anuais, foi calculado, o Benefício Periódico Equivalente, que expressa o quanto o projeto retornará anualmente, assim pode-se comparar com o ganho anual das atividades alternativas. O BPE foi obtido de acordo com a seguinte relação (REZENDE e OLIVEIRA, 2008; PAIXÃO, 2006):

$$BPE = \frac{VPL [(1 + i)^t - 1](1 + i)^{nt}}{(1 + i)^{nt} - 1}$$

em que:

BPE = benefício periódico equivalente;

VPL = valor presente líquido;

i = taxa de desconto ou taxa de juros mínima de atratividade;

n = duração do projeto em anos, meses etc,...

t = número de períodos de capitalização.

5.3.4 - Custo Médio de Produção (CMPr)

O valor do custo médio de produção foi comparado ao preço atual de venda do metro de carvão, ou, da tonelada de carvão. Com isso, o produtor será auxiliado com mais uma informação importante na tomada de decisão.

Sua fórmula de cálculo é (OLIVEIRA e REZENDE, 2008):

$$CM \text{ Pr} = \frac{\sum_{j=0}^n CT_j}{\sum_{j=0}^n QT_j}$$

em que:

CMPr = custo médio de produção;

CT_j = custo total atual;

QT_j = quantidade de produção equivalente;

n = duração de investimento;

j = período de tempo em que os custos e as quantidades produzidas ocorrem.

5.4 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Além dos critérios do VPL, TIR, BPE e CMPr, foi também, realizada uma análise de sensibilidade para se verificar a influência de alguns fatores na economicidade da atividade buscando mostrar o comportamento econômico do projeto variando-se a taxa de juros, preço do carvão vegetal, produtividade do povoamento e custo de implantação da floresta.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 – O CASO DO CARVÃO VEGETAL DE FLORESTA NATIVA

Os valores de custos e receitas mensais (Tabela 3) obtidos por meio de entrevista ao produtor formaram a base de dados para os cálculos.

O custo de transporte foi calculado de acordo com o valor do mdc (metro de carvão) pago no carvão vegetal pela Siderúrgica ao produtor. Por isso, o custo de transporte é diretamente

proporcional ao preço do carvão vegetal e a quantidade transportada, sem levar em consideração à distância percorrida do pólo produtor ao pólo consumidor.

Outro fator determinante no cálculo do custo do frete é a capacidade de carga do caminhão, que, no estudo de caso em questão é de 85 mdc. Ressalta-se a relevância do custo de transporte, pois, é o mais oneroso e aquele que mais compromete a viabilidade econômica da produção de carvão vegetal.

Os valores referentes ao transporte da carga são acordados entre o produtor de carvão vegetal e o motorista. Não é adotada nenhuma tabela de preços mínimos para transporte de cargas pesadas estipulados pelo governo. O acordo é feito entre as partes sem que haja formalidades como contratos de prestações de serviços, é efetuado verbalmente.

O valor final do transporte do carvão vegetal de Mineiros-GO a Itaúna-MG foi de R\$ 4.058,05. Esse valor é obtido considerando-se que, o frete pago é de 40% do valor recebido pela carga (R\$ 9.350,00) juntamente com o valor do ICMS (R\$ 795,12) ressarcido pela empresa consumidora do carvão vegetal ao proprietário do caminhão.

Alguns valores de impostos cobrados para liberação da área para exploração foram adquiridos na Agência Ambiental do estado de Goiás. Tais valores são baseados na tabela de preços dos serviços e produtos cobrados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em anexo na Lei n. 9.960, de 2000. Os valores dos impostos variam de acordo com o tamanho da área explorada, porém, para os cálculos efetuados nesse trabalho foram adotados os valores de acordo com o tamanho da área do produtor, ou seja, 374 ha.

TABELA 3. Base de dados para os cálculos de viabilidade econômica da produção de carvão de origem nativa no município de Mineiros, estado de Goiás. Área explorada em 18 meses igual a 374 ha.

	CUSTOS (R\$)	UNIDADES	CUSTO MENSAL
Forno(tijolos, mão-de-obra)	10.500,00	20	
Funcionários(salário, gratificação)	4.200,00	7	
Funcionários por forno (rendimento)	385,00	3	
Equipamentos de segurança	1.260,00	7	
Alojamento(banheiro, camas, roupas de cama)	5.000,00	1	
Transporte (frete, motorista e chapa)	4.058,05	Por carga	16.232,19
Motoserra	1.800,00	1	
Manutenção mensal motosserra	200,00	1	
		litros/carga(85	
Combustível(motosserra)	105,00	mdc)	420,00
Trator(manutenção)	1.500,00	Ano	
		litros/carga(85	
Combustível(trator)	150,00	mdc)	600,00
Mala	120,00	50 sacos	4.512,00
		Por	
Impostos	700,00	desmatamento	
Taxa de registro mensal	55,01		220,04
DOF	35,00	Carga	140,00
Impostos por funcionário	805,00	1/mês	
ICMS	658,00	por carga	2.632,00
Licença de desmatamento		Por	
(1500,00+serviços por fora)	5.000,00	desmatamento	
RECEITAS			
ICMS ressarcido	795,12		3.180,48
Valor recebido por carga	9.350,00		37.400,00

6.1.1 – Viabilidade Econômica

A análise da viabilidade econômica da produção de carvão vegetal de origem nativa foi realizada de acordo com os principais métodos de análise econômica de projetos. A Tabela 4 resume os resultados.

TABELA 4. Análise Econômica da produção de carvão vegetal de origem nativa para o município de Mineiros, estado de Goiás.

MESES	VPL	TIR	CMPr	BPE
Mês 3	26,89	50,26%	65,87	-
Mês 4	57,12	72,71%	59,91	-
Mês 5	87,16	82%	56,33	-
Mês 6	117,00	86,19%	53,94	-
Mês 7	146,65	88,19%	52,24	-
Mês 8	176,12	89,18%	50,96	-
Mês 9	205,39	89,68%	49,96	-
Mês 10	234,49	89,94%	49,17	-
Mês 11	263,39	90,07%	48,52	-
Mês 12	285,22	90,13%	48,63	-
Mês 13	313,75	90,16%	48,13	-
Mês 14	342,11	90,18%	47,69	-
Mês 15	370,28	90,19%	47,32	-
Mês 16	398,27	90,20%	46,99	-
Mês 17	426,08	90,20%	46,69	-
Mês 18	451,91	90,20%	46,55	26,67

Para a realização dos cálculos foi considerada uma taxa mínima de atratividade de 0,6434% a.m. que é equivalente à taxa de juros de 8% a.a. Tal ajuste foi feito devido à produção de carvão vegetal ser mensal e seu ciclo não superior a 18 meses, período ao final do qual a produção cessa e o produtor entrega a área ao proprietário para que seja realizado o plantio da cultura ou a formação do pasto.

Com isso foi possível observar a evolução dos custos e receitas mensais da atividade de produção e comercialização de carvão vegetal de origem nativa no município de Mineiros.

Para a equivalência das taxas foi utilizada a metodologia proposta em Rezende e Oliveira (2008) da seguinte forma:

$$Te = (1 + i)^{1/q} - 1$$

Em que:

Te = taxa equivalente;

i = taxa de juros mínima de atratividade;

q = número de períodos de capitalização entre as duas taxas a serem comparadas.

O VPL apresentou-se negativo no primeiro e no segundo mês, sendo o primeiro o mais negativo em função dos investimentos na limpeza da área para a construção da bateria de fornos, construção dos fornos e alojamentos. A partir do terceiro mês com a inversão no fluxo de caixa, o VPL tornou-se positivo, alcançando o valor de R\$ 26,89/ha a uma taxa de juros mensal de 0,6434%.

A TIR a partir do terceiro mês, acompanhando a tendência ascendente do VPL, foi crescendo e chegou ao décimo oitavo mês a 90,20%a.a. O valor mensal equivalente à TIR que é anual por definição é de 5,5%a.m.

De acordo com os valores obtidos no cálculo de análise econômica, constatou-se que é economicamente viável a produção de carvão vegetal de madeira nativa. Foi possível chegar a essa conclusão, devido aos valores do VPL serem positivos e a TIR estar acima da pré-determinada no trabalho, ou seja, 8%a.a. ou 0,6434%a.m.

O custo médio de produção foi de R\$ 46,55/mdc. Isso quer dizer que, para cada metro de carvão vegetal de madeira nativa produzida, o produtor gastou R\$ 46,55.

Os valores do custo médio de produção foram plotados com a produção equivalente acumulada e foi observado o ganho de escala. Isso ocorreu em função dos custos com infraestrutura (custos fixos) irem perdendo sua influência sobre os custos totais ao longo do tempo. Tal situação pode ser observada na Tabela 4 e é ilustrada na Figura 1:

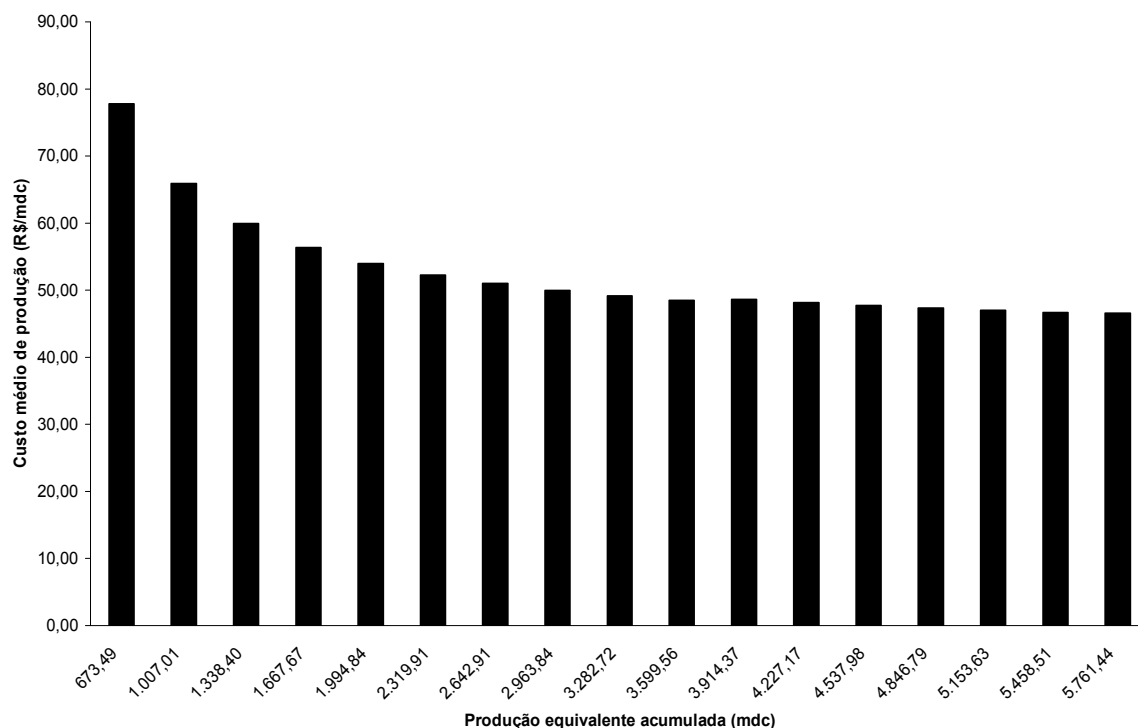


FIGURA 1: Gráfico dos ganhos de escala (Produção equivalente X Custo médio de produção)

Observou-se que o custo médio de produção vai caindo até chegar próximo à estabilizar-se variando 0,3% entre o 17^o e 18^o meses.

O BPE foi calculado para que a atividade da produção de carvão vegetal de madeira nativa fosse comparada com a atividade da produção de carvão vegetal de madeira de eucalipto e com a principal alternativa à soja que é a principal atividade na região, o arrendamento.

Um fator relevante que tornou a atividade economicamente viável e a fez apresentar um retorno financeiro considerado satisfatório, foi o fato de o produtor de carvão nativo não

incorrer em custos como os de implantação, condução e manejo como ocorre em um plantio convencional.

Para o caso da produção de carvão vegetal de madeira nativa, não foi realizada a análise de sensibilidade por ser uma atividade que, embora ainda seja desenvolvida, tende a acabar pela exaustão dos remanescentes de cerrado nativo do sudoeste do estado de Goiás.

6.2 – O CASO DO CARVÃO VEGETAL DE FLORESTA PLANTADA

A estrutura de custos para o caso de carvão oriundo de plantios homogêneos é mais complexa que no caso do carvão de origem nativa. Os valores são maiores e a expectativa é que a produtividade combinada com o preço supere a atividade de carvão nativo.

Na Tabela 5 são apresentados todos os dados de custos da implantação, manutenção e corte da floresta de eucalipto, considerando três ciclos de cortes. Esses mesmos valores são os praticados pela empresa fornecedora dos custos no município de Mineiros e regiões vizinhas.

Foram considerados, a princípio, três cortes a cada seis anos, ou seja, aos seis, aos doze e aos dezoito anos. Assim, buscou-se calcular a viabilidade de um ciclo de três rotações.

Os valores especificados na tabela são referentes aos custos e receitas anuais. Do de implantação ao ano do último corte, há custos com mecanização, implantação e manutenção da floresta, custo de exploração e custo da implantação da carvoaria.

Nos anos de corte da floresta (6, 12 e 18), há receitas geradas pela venda do carvão vegetal de eucalipto, no valor de R\$28.500,00 para o primeiro corte, R\$25.650,00 para o segundo corte e R\$23.085,00 para o terceiro corte.

Os valores das receitas variam nos anos de corte devido à variação dos volumes obtidos nos três cortes decrescerem 10%.

TABELA 5. Custos e receitas para a produção de madeira de eucalipto no município de Mineiros, estado de Goiás.

CUSTOS/ANOS DE OCORRÊNCIA	R\$/ha/ano
Mecanização ano 0	396,00
Insumos ano 0	824,90
Mão de obra ano 0	318,00
Manutenção Anos 0, 6 e 12	571,55
Manutenção Anos 1, 7 e 13	300,80
Manutenção Anos 2, 3, 4, 8, 9, 10, 14 e 15	32,80
Manutenção Anos 5, 11 e 17	47,34
Corte - Ano 6, 12 e 18	1.750,00
Condução da rebrota 6 e 12	1.266,27
RECEITAS	
	R\$/ha
ICMS ressarcido por carga	795,12
Valor recebido pelo carvão vegetal/ha – 1 corte	28.500,00
Valor recebido pelo carvão vegetal/ha – 2 corte	25.650,00
Valor recebido pelo carvão vegetal/ha – 3 corte	23.085,00

Os custos para a produção do carvão vegetal a partir da madeira de eucalipto estão apresentados na Tabela 6.

As receitas foram obtidas com base no preço de mercado do carvão vegetal de eucalipto praticado no estado de Minas Gerais (SILVIMINAS, 2009), consumidor de todo carvão vegetal produzido na região em estudo.

A exploração da madeira se dá a partir do sexto ano. Nesse mesmo ano foram considerados os custos da construção de toda estrutura da carvoaria.

O custo de transporte foi considerado R\$2,00/km rodado (Rezende *et al.*,2006).

TABELA 6. Custos para a produção de carvão vegetal e respectivas receitas de venda para o município de Mineiros, estado de Goiás, considerando uma área plantada de 374ha e uma bateria de 20 fornos.

CUSTOS	R\$	Unidade	R\$/ha
Fornos(tijolos, mão-de-obra)	10.500,00	20 unidades	28,07
Funcionários(salário, gratificação)	60.060,00*	7 unidades	160,59
Equipamentos de segurança	1.260,00*	7 unidades	3,37
Alojamento(banheiro, camas, roupas de cama)	5.000,00	1 unidade	13,37
Motoserra	1.800,00	1 unidade	4,81
Manutenção mensal motosserra	4.800,00*	1 unidade	12,83
Trator(manutenção e combustível)	27.600,00*	1 unidade	73,80
Mala	54.144,00*	120,00/ 50 sacos	144,77
Taxa de registro mensal	660,12*		1,77
DOF	1.680,00*	35,00/Carga	4,49
ICMS	31.584,00*	658,00 por carga	84,45

* Ano de ocorrência: 6, 12 e 18;

6.2.1 – Avaliação Econômica

Para avaliação econômica da produção de carvão vegetal de eucalipto foi adotada a taxa mínima de atratividade de 8% a.a., preço do carvão vegetal de R\$ 140,00/mdc, distância até o consumidor final de 1.100km. A produtividade em madeira de 250m³/ha no primeiro corte (6 anos), 10% de queda de volume a cada rotação, taxa de conversão de lenha para carvão de 0,6 e produção de carvão da área total (374 ha) realizada nos anos de corte.

Um fato importante que deve ser considerado nos resultados apresentados é que, o custo da terra, tradicionalmente calculado como sendo o custo de oportunidade da terra, foi substituído pelo valor do arrendamento da terra.

Com a chegada da indústria sucroalcooleira no município houve pressão sobre as áreas de cultivo de soja pelo arrendamento ao preço de 20 sacas de soja(ha.ano⁻¹) pagos pelo abandono

do uso da área de cultivo da oleaginosa em detrimento do plantio de cana de açúcar por 20 anos.

Assim, considerando o preço da soja impulsionado pela alta do dólar (CEPEA, 2009) em R\$44,00/saca e o arrendamento em 20 sacas/ha, o custo de oportunidade do plantio na área considerado nesse estudo foi de R\$880,00(ha.ano⁻¹).

Os valores da análise econômica são apresentados na Tabela 7:

TABELA 7. Análise Econômica (VPL, BPE e TIR) da produção de carvão vegetal de eucalipto.

ANOS DO PROJETO	VPL (R\$/ha)	BPE - R\$(ha.ano⁻¹)	TIR (%)
Ano 6	3.544,45	766,62	20%
Ano 12	6.360,00	843,94	22%
Ano 18	8.017,61	855,50	22%

De acordo com os valores obtidos com a avaliação econômica, a implantação da floresta de eucalipto destinada à produção de carvão vegetal é viável economicamente, apresentando o VPL nos anos de corte, 6, 12 e 18 anos, de R\$3.544,45, R\$6.360,00 e R\$8.017,61 respectivamente.

Assim como se esperava, a TIR ascendeu da mesma forma que o VPL, apresentando valores de 20% no sexto ano, 22% no décimo segundo ano e de 22% do décimo oitavo ano.

Foi calculado o BPE nas idades de corte a fim de se estabelecer se o empreendimento teria seu lucro maximizado no segundo ou no terceiro corte. Os resultados mostraram que no primeiro corte o BPE foi de R\$766,72(ha.ano⁻¹). No segundo corte o BPE considerando as duas rotações foi de R\$843,94(ha.ano⁻¹), e no terceiro corte foi de R\$855,50(ha.ano⁻¹).

Com isso, considerando os dados originais utilizados nos cálculos de economicidade da produção de carvão vegetal a partir da madeira de florestas cultivadas de eucalipto em Mineiros, o ciclo de produção de três cortes é viável economicamente. Acrescenta-se, ainda, o

fato de se remunerar o custo de oportunidade de R\$880,00/ha.ano⁻¹ que é o valor de arrendamento para cana de açúcar.

Ainda considerando os dados originais utilizados para o cálculo da viabilidade econômica, calculou-se o CMPr do metro de carvão que para o caso de um corte foi de R\$107,80/mdc. Para o caso de dois cortes o CMPr foi de R\$102,58/mdc e para três cortes foi de R\$102,79/mdc.

O valor do custo médio de produção do metro de carvão ficou acima do que se observa em outras regiões produtoras, que gira em torno de R\$ 60,00, e o custo de oportunidade do arrendamento da terra tem influência nesse custo. Se o custo de oportunidade fosse considerado como sendo os juros sobre o valor do arrendamento, os custos médios de produção seriam de R\$68,20/mdc, R\$61,39/mdc e de R\$59,45/mdc para um, dois e três cortes respectivamente.

6.2.2 - Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade aplicada aos principais fatores que afetam a economicidade do cultivo de eucalipto e produção de carvão vegetal para entregar a 1.100km de distância mostrou que em determinadas situações, não se suportam três, mas apenas dois cortes.

6.2.2.1 – Sensibilidade às variações na taxa de desconto

A sensibilidade da atividade às variações nas taxas de desconto é uma informação importante ao produtor que pretende investir no cultivo de florestas e produção de carvão vegetal.

Foram consideradas seis taxas de desconto começando com 6%a.a. que se aproxima aos retornos da poupança e pode ser considerada no caso de investimentos próprios por parte do produtor. A taxa de 6,75%a.a. foi considerada por ser a taxa praticada nos empréstimos do Fundo Constitucional do Centro Oeste (FCO) para fins de agricultura, pecuária e fins florestais.

A taxa de 8%a.a. foi considerada por ser a taxa mais usada no setor florestal. As taxas de 10, 12 e 14%a.a. foram consideradas por serem as taxas praticadas quando o agricultor trabalha com recursos vindos de multinacionais, conforme tabela 8:

TABELA 8. Sensibilidade do BPE, VPL e CMPr às taxas de desconto.

TAXA DE JUROS (a.a)	VPL – R\$ (ha.ano⁻¹)	BPE (ha.ano⁻¹)	CMPr (R\$/mdc)
6%	10.625,69	981,35	97,82
6,75%	9.566,95	933,99	99,63
8%	8.017,61	855,50	102,80
10%	5.996,46	731,15	108,22
12%	4.410,94	608,43	114,12
14%	3.152,81	487,49	120,51

Considerando-se recursos próprios com a taxa de juros de 6%a.a. o BPE foi de R\$981,35(ha.ano⁻¹). Com recursos do FCO o lucro líquido anual passa a ser de R\$933,99(ha.ano⁻¹). Como se espera com o aumento da taxa de desconto, reduz-se o lucro líquido anual e o seu valor chegou a R\$855,50//ha.ano⁻¹.

Os valores maiores das taxas, os quais são praticados por outras fontes de recursos fizeram com que o BPE chegasse a R\$731,15, R\$608,43 e R\$487,49/ha.ano⁻¹ para as taxas de juros de 10, 12, e 14%a.a. demonstrado na tabela 9.

TABELA 9. Valores do BPE de acordo com a variação da taxa de juros

TAXA DE JUROS (a.a.)	BPE (ha.ano⁻¹)
6%	R\$981,35
6,75%	R\$933,99
8%	R\$855,50
10%	R\$731,15
12%	R\$608,43
14%	R\$487,49

6.2.2.2 – Preço do metro de carvão

A sensibilidade às variações no preço do carvão vegetal foi estudada considerando preços já atingidos pelo metro do carvão vegetal. Foram considerados os valores de R\$80,00/mdc à R\$240,00/mdc. Os preços foram combinados a três taxas de juros, 6,75%a.a., 8%a.a. e 12%a.a. por serem respectivamente aquelas praticadas pelo FCO, projetos florestais e multinacionais que atuam no agronegócio.

Sabe-se que a maiores taxas de juros reduzem-se os lucros líquidos descontados, assim como o aumento dos preços provoca aumentos nos lucros, os demais resultados e sua implicação no lucro e no número de cortes podem ser observados na Tabela 7.

Os valores mostram que para a taxa de juros considerada, se o preço chegar a R\$240,00 o BPE para um corte (R\$2.965,62) é maior que o BPE para os demais sinalizando que nessas condições o lucro máximo é atingido com um ciclo de um corte apenas, porém são lucrativos os três cortes. Com preços entre R\$190,00/mdc e R\$220,00/mdc é mais lucrativo explorar dois cortes, e, entre R\$110,00/mdc e R\$150,00mdc é mais lucrativo corta três vezes, conforme Tabela 9.

TABELA 10. BPE para um, dois e três cortes para a produção de carvão vegetal em Mineiros, Goiás, considerando a taxa de juros de 6,75%a.a. e sete preços.

PREÇOS	1 CORTE	2 CORTES	3 CORTES
240	2.965,62	2.950,84	2.891,44
220	2.543,58	2.545,82	2.499,95
200	2.121,54	2.140,80	2.108,46
190	1.910,52	1.938,29	1.912,71
150	1.066,45	1.128,26	1.129,73
130	644,41	723,24	738,24
110	222,37	318,22	346,75

Para essa taxa de juros, o preço mínimo que viabiliza o negócio é de R\$99,47/mdc, valor abaixo do qual o BPE fica negativo.

Para as taxas de 8%a.a. e 12%a.a., os lucros foram reduzidos em relação à taxa de 6,75%a.a. No caso da taxa de 8%a.a. o preço mínimo do carvão vegetal que viabilizou o negócio foi de R\$102,51/mdc. Para 12%a.a. somente ficou viável o projeto se o preço do mdc fosse R\$113,22.

Para o preço de R\$80,00 o mdc praticado em função da crise que se estabeleceu no setor de siderurgia e em vários outros setores da economia, só seria viável a atividade se a produção de carvão vegetal for de 196mdc/ha para uma taxa de juros de 6,75%a.a. Para taxa de 8%a.a. a produtividade teria que ser de 204mdc/ha para que o negócio se torne viável. E a para a taxa de 12%a.a., a produtividade teria que ser de 229mdc/ha.

TABELA 11. Produtividade mínima, variando a taxa de juros, para que a atividade seja viável economicamente.

PREÇO (R\$)	TAXA DE JUROS (a.a.)	PRODUTIVIDADE (mdc/ha)
80,00	6,75%	196
80,00	8%	204
80,00	12%	229

6.2.2.3 – Produtividade do povoamento

A produtividade do povoamento afeta a lucratividade de maneira que se aumentando a produtividade o BPE também aumenta. Ao volume de 250m³/ha aos seis anos o BPE foi de R\$855,50 para três cortes. Aumentando-se a produtividade para 350m³/ha na mesma idade o BPE foi de R\$1.268,61(ha.ano⁻¹).

TABELA 12. Sensibilidade do BPE em relação à produtividade a taxa de 8%a.a..

PRODUTIVIDADE (m³/ha)	BPE – R\$ (ha.ano⁻¹)
250	855,50
270	938,12
290	1.020,74
310	1.103,37
330	1.185,99
350	1.268,61

6.2.2.4 – Custo de implantação do povoamento

Foram testados na análise de sensibilidade à variações no custo de implantação os seguintes valores: R\$1.800,00/ha, R\$2.000,00/ha, R\$2.200,00/ha, R\$2.400,00/ha, R\$2.600,00/ha, R\$2.800,00/ha, R\$3.000,00/ha além do custo real de R\$2.110,45. Os custos de implantação na área considerada são menores do que aqueles de outras áreas pelo fato de se ter cultivos anuais por mais de duas décadas que poderão ser substituídos pela cultura florestal, assim, vários custos são minimizados na implantação.

O aumento do custo de implantação impacta significativamente o negócio por ser um custo que acontece no ano zero do projeto. A análise de sensibilidade mostrou que o BPE variou de R\$888,62(ha.ano⁻¹) a R\$760,58(ha.ano⁻¹) para os custos de implantação de R\$1.800,00/ha e R\$3.000,00/ha respectivamente. O número de cortes ideal para todos os valores testados foi de três, conforme demonstrado na tabela 13.

TABELA 13. Sensibilidade do BPE em relação ao custo de implantação a taxa de 8%a.a..

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$/ha)	BPE - R\$ (ha.ano ⁻¹)
1.800,00	888,62
2.000,00	867,28
2.200,00	845,94
2.110,45	855,50
2.400,00	824,60
2.600,00	803,26
2.800,00	781,92
3.000,00	760,58

6.2.3 Consideração sobre a viabilidade de produção e as alternativas da região

O cenário atual com o aumento do dólar em relação ao real é favorável aos exportadores de soja. O lucro de uma safra pode ser, em valores médios, de 25 sacas. Tal lucro considerando o valor da saca em R\$44,00, seria de R\$1.100,00/ha.ano⁻¹. Porém, esse valor pode ser diferente

em função de vários problemas que podem ocorrer em função de pragas e doenças. Uma alternativa que tem sido levada em consideração por muitos produtores é o arrendamento ao valor de 20 sacas/ha. Ele garante ao produtor uma receita líquida de R\$880,00(ha.ano⁻¹) durante 20 anos.

Alternativamente apresenta-se o cultivo de eucalipto e a produção de carvão vegetal para ser vendido em Minas Gerais. Essa alternativa oferece um lucro anual (BPE) de R\$855,50(ha.ano⁻¹). Tal resultado coloca a atividade, a princípio, em terceiro lugar na ordem das alternativas mais lucrativas.

Porém, é preciso lembrar que, o valor de R\$855,50(ha.ano⁻¹) que a atividade apresenta remunera o valor do arrendamento de R\$880,00(ha.ano⁻¹) a título de custo de oportunidade. Sendo assim, somando-se as duas quantias, obtém-se um valor de R\$1.735,50(ha.ano⁻¹), ou seja, superior a todas as alternativas apresentadas.

Com relação à produção de carvão vegetal de madeira nativa, o BPE de R\$320,02/ano não compete com as alternativas apresentadas anteriormente, porém, pode ser uma forma de reduzir os custos de implantação da cultura que substituirá a vegetação nativa.

Não se pretende aqui apresentar uma solução que provoque uma mudança de uma monocultura para outra. O que se espera é que o agricultor tenha bases para tomadas de decisão diante das possibilidades alternativas. O arrendamento para cultivo de cana de açúcar provoca discussões acerca da qualidade dos solos ao final dos vinte anos de uso. O plantio de eucalipto provoca menos trânsito dentro da área cultivada e a soja é a cultura tradicional da região. A alternativa que se espera para que sejam minimizados resultados negativos, seria a união de várias atividades na propriedade.

7 - CONCLUSÕES

- O principal componente do custo de produção tanto para carvão vegetal de origem nativa quanto para o carvão vegetal de origem plantada foi o custo de transporte;

- A atividade de produção de carvão vegetal de origem nativa apresentou-se viável sob o ponto de vista econômico, mesma situação apresentou a atividade de produção de carvão vegetal de origem plantada;
- A lucratividade reduziu com o aumento da taxa de juros;
- O lucro teve relação direta com o preço do carvão e inversa com a taxa de juros, mesmo efeito causado pela produtividade combinada com a taxa de juros;
- Preços mais elevados do metro de carvão tendem a reduzir o número de cortes de três para um;
- A produção de carvão vegetal de origem nativa pode ser usada para reduzir os custos de implantação de culturas anuais;
- A produção de carvão vegetal de eucalipto superou as principais alternativas de uso da terra na região estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACAWE - **Anuário estatístico**. Belo Horizonte, 2002.

ALHO, C. J. R.; MARTINS, E. S. - **De Grão em Grão, o Cerrado Perde Espaço**, (Cerrado – Impactos do Processo de Ocupação). Brasília: WWF – Fundo Mundial para a Natureza, 66p. 1995.

AMBIENTE BRASIL. 2004. Internet: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acessado em 12/03/2008.

AMS – ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA - Preços Médios do Carvão Vegetal Originário de Florestas Plantadas em 2008. Disponível em: <http://www.silviminas.com.br/> Acessado em 31/12/2008.

ANDRADE, A. S. et al. - Qualidade do carvão produzido a partir de *Pinus taeda* L. **Pesquisa Florestal Online**, 2003. Disponível em: <<http://www.floresta.ufpr.br/fonline/t11.htm>>. Acesso em: 17 abr. 2008.

ANDRADE, E. N. - **O Eucalipto e Suas Aplicações**. São Paulo: Typ. Brasil de Rothschild & Cia, 1928, 143p.

ASSIS Jr., S. L. de. - **Sistemas Agroflorestais Versus Monoculturas: Coleóptera, Scarabaeidae e Microbiota do Solo como Bioindicadores de Sustentabilidade**. Viçosa, UFV, 2000. 70p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA - AMS. **Anuário**. [08.09.2004]. (<http://www.silviminas.com.br/anuario.htm>).

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA - (AMS), (2007). **Anuário**. [08.01.2008]. (<http://www.silviminas.com.br/anuario.htm>).

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA (SILVIMINAS). **Anuário Estatístico**. Disponível em <http://www.silviminas.com.br> (Acesso em 30 de janeiro de 2008).

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA (SILVIMINAS). **Anuário Estatístico**. Disponível em: <http://www.silviminas.com.br> Acesso em: 02/01/2009.

BARCELLOS, D. C. - **Forno Container para produção de carvão vegetal: desempenho, perfil térmico e eliminação da poluição**. 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

BARCELLOS, D. C.; PIMENTA, A. S.; SILVA, J. S.; COUTO, L. C. - Desempenho de um Forno de Carbonização Semi-Contínuo Tipo Container Para Produção de Carvão Vegetal. **RENABIO - Biomassa & Energia**, v. 1, n. 2, p. 183-189, 2004.

- BARROS, A. V. - **Produção de Biodiesel a Partir de Sistemas Agroflorestais em Vazante, Minas Gerais**. Belém: UFRA, 2005. 100p.
- BENTES-GAMA, M. M. et al. - Análise Econômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho d'Oeste - RO. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.401-411. 2005.
- BERGER, R. - **Aplicação de Critérios Econômicos para Determinação da Maturidade Financeira de Povoamentos de Eucaliptos**. 185f. Tese (Professor titular) – Departamento de Economia e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.
- BIOCARBO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. - Empresa de desenvolvimento de produtos e aplicações de derivados do alcatrão vegetal. Belo Horizonte: 1998. 55 p. (**Relatório interno de desenvolvimento – Biopiches para Aglomerantes**).
- BIODIESELBR – Portal do Biodiesel. **Crédito de Carbono – MDL Projeções do Agronegócio**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em 29/12/2007.
- BITTENCOURT, J., QUEIROZ, M. R., NEBRA S. A. - Avaliação Econômica da Elaboração de banana-passa proveniente de cultivo orgânico e convencional. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.473-483, maio/ago 2007.
- BOTREL, M. C. G.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; SILVA, R. M. da - Melhoramento Genético das Propriedades do Carvão Vegetal de *Eucalyptus*. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.3, p.391-398, 2007.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional BEN 2006. Brasília, 2006.
- BRITO, J. O. - Carvão vegetal no Brasil: A utilização da biomassa florestal, a madeira e o carvão na matriz energética brasileira. **Energia**, n.64, p.27-31, 1990.
- BRITO, J. O.; CINTRA, T. C. - Madeira para Energia no Brasil: Realidade, Visão, Estratégia e Demandas de Ações. **RENABIO - Biomassa & Energia**, v. 1, n. 2, p. 157-163, 2004.
- BRITO, J. O.; DEGLISE, X. - States and Potencial of Using Wood for Energy in Brazil. In: World Forest Congress, 10, Paris. **Actes Proceedings Actas 6...** Paris: Revue Forestière Française, p. 175-79, 1991.
- BRUM, B. L. R.; LEAL, A. L. S. - A Infra-Estrutura Logística para Produtos da Biomassa Florestal em Minas Gerais. **RENABIO, Biomassa & Energia**, v. 1, n. 1, p.61-69, 2004.
- BUARQUE, C. - **Avaliação Econômica de Projetos**. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 266p, 1991.

- CASTRO, N. - Formação de Preços no Transporte de Carga. **Pesquisa e Planejamento Econômico, PPE**, v.33, n.1.Abril, 2003.
- CASTRO, R. R. de; SILVA, M. L. da.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA, M. L. R. de - Rentabilidade Econômica e Risco na Produção de Carvão Vegetal. **CERNE**, Lavras - MG, v. 13, n. 4, p. 353-359, out./dez. 2007.
- CEPEA – CENTRO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS, Indicador Diário da Soja. Série de Preços desde 29/07/1997. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/soja/>> Acesso em: 02/01/2009.
- CHHABRA, A.; PALRIA, S.; DADHWAL, V. K. - Growing stock-based forest biomass estimate for India. **Biomass and Bioenergy**, 2002. 22(3): 187-194.
- CLEMENTE, L. - **Avaliação dos Resultados Financeiros e Riscos Associados de uma Típica Usina de Co-geração Sucro-alcooleira**, 81f., 2003, Monografia (Pós-graduação em Planejamento, Operação e Comercialização na Indústria de Energia Elétrica)-UFPR.Curitiba-PR, 2003.
- COELHO JÚNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; CALEGARIO, N.; SILVA, M. L. -Análise Longitudinal dos Preços do Carvão Vegetal no Estado de Minas Gerais, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.429-438, 2006.
- COLOMBO, S. F. O., HATAKEYAMA, K. - **A composição do custo operacional do processo artesanal de produção de carvão vegetal com interface das pressões trabalhistas e ambientais**. Congresso Nacional de Administração, Gestão Estratégica para o Desenvolvimento Sustentável, setembro, 2007, Ponta Grossa-PR.
- COTTA, A. M. G. - **Qualidade do Carvão Vegetal para Siderurgia**. 1996. 35p. Monografia – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- COTTA, M. K., JACOVINE, L. A. G., VALVERDE, S. R., PAIVA, H. N., VIRGENS FILHO, A. C., SILVA, M. L. - Análise Econômica do Consórcio Seringueira-Cacau para geração de certificados de emissões reduzidas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, n.6, p.969-979, 2006.
- COUTO, L.; FONSECA, E. M. B.; MÜLLER, M. D. - **O estado da arte das plantações de florestas de rápido crescimento para produção de biomassa para energia em Minas Gerais: Aspectos Técnicos, Econômicos Sociais e Ambientais**. Belo Horizonte - MG: CEMIG, 2000. 44p.
- COUTO, L.; MULLER, M. D.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. - **Florestas Plantadas Para Energia: Aspectos Técnicos, Sócio-Econômicos e Ambientais**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, Departamento de Engenharia Florestal, 2007.
- DIAS, B. F. S. - A conservação da natureza. In: Pinto, M.N. (org.). Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectiva. 2.ed. Brasília: UnB, p.607 – 664, 1993.

- DIAS, E. C., ASUUNÇÃO, A. A.; GUERRA, C. B.; PRAIS, H. A. C. - Processo de trabalho e saúde dos trabalhadores na produção artesanal de carvão vegetal em Minas Gerais, Brasil. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 18(1):269-277, jan-fev, 2002.
- DUBÉ, F. - **Estudos Técnicos e Econômicos de Sistemas Agroflorestais com *Eucalyptus* sp. no Noroeste do Estado de Minas Gerais: O caso da Companhia Mineira de Metais**. Viçosa, UFV, 1999. 146p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- DUTRA, R. G. - Custos: Uma Abordagem Prática, 5ª. ed. – São Paulo, 2003, Atlas.
- ELO. - CMM expande produção de zinco em sua mina subterrânea de Vazante. Ano 5. No. 19. 2004. pg 18-21.
- ENGELHARD, R.J.; ANDERSON, W.C. - A Method of Assessing Risk in Forestry Investments. **Southern Forest Experiment Station, Research Paper SO- 1 89**, New Orleans, Louisiana, 1983, 13 p.
- Estatísticas**. Disponível em:<www.abraflor.org.br>. Acesso em: 12 maio 2008.
- FAO. Wood Energy. - **Promoting Sustainable Energy Systems**. Rome: Forest Products Division, 2003. 24 p.
- FARO, C. de. - **Elementos de Engenharia Econômica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 328p, 1979.
- FERREIRA, L. H. C. - **Desenvolvimento de uma Retorta Metálica para Carbonização de Madeira**. 1988. 47p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- FERREIRA, T. C. - **Análise Econômica de Plantios de Eucalipto para a Produção de Celulose**. Lavras, 2001. 109 p. Dissertação, Mestrado. UFLA.
- FERREIRA, W. P. M. et al. - Custo da produção de uma fornalha a carvão vegetal para aquecimento de aviário. **Custos e @gronegócios on line** - v. 2 - n.2 - Jul/Dez, 2006. www.custoseagronegocioonline.com.br. Acesso em 10/04/2008.
- FERRI, M. G. - **Vegetação Brasileira**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 157p., 1980.
- FIGUEIREDO, A. M. et al. - **Integração na Criação de Frangos de Corte na Microrregião de Viçosa – MG: Viabilidade Econômica e Análise de Risco**, RER, Rio de Janeiro, vol. 44, nº 04, p. 713-730, out/dez, 2006 – Imprensa em dezembro.
- FINCO, M. V. A. ; REZENDE, D. - O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) como gerador de benefícios econômicos: uma estimativa para o Município de Cumaru do Norte/PA. **Revista Carbono Social**, v. 1, p. 16-21, 2007.

- FONTES, A. A.; SILVA, M. L.; LIMA, J. E. - Integração espacial no Mercado Mineiro de Carvão vegetal, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.937-946, 2005.
- FREITAS, L. C., SILVA, M. L.; MACHADO, C. C. - Influência do Cálculo de Depreciação no Imposto de Renda e no Fluxo de Caixa de uma Atividade de Transporte Florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.2, 2007, p.257-264.
- GARCIA, M. G. P.; DIDIER, T. Taxa de Juros, Risco Cambial e Risco Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico – PPE**, v.33, n.2, agosto, 2003.
- GENOVESE, A. L.; UDAETA, M. E. M.; GALVÃO, L. C. R. - Aspectos Energéticos da Biomassa como Recurso no Brasil e no Mundo, **AGRENER GD**, Escola Politécnica da USP, 2006.
- GONÇALVES, B.S. - **O Compromisso das Empresas com o Meio Ambiente – Agenda Ambiental das Empresas e a Sustentabilidade da Economia Florestal**. São Paulo: Instituto Ethos, 2005. 48p.
- Gonçalves, E., Diário do Comércio. AMS - Associação Mineira de Silvicultura (06/06/06). Informativo semanal da Associação Mineira de Silvicultura - nº 34 de 09 de junho de 2006. Disponível em: www.silviminas.com.br Acesso em: 20/08/2008.
- GRAÇA, L.R.; RODIGHIERI, H.R.; CONTO, A.J. de. - **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 32p. (Embrapa Florestas. Documentos, 50).
- GRASSI, G., Palz, W. O. - O futuro da Biomassa na União Européia. **Álcool. & Açúcar**, n. 76, p. 28-34, 1988.
- GRAUER, A.; KAWANO, M. - Uso de biomassa para produção de energia. **Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem**, v.1, n. 5. nov/dez., 2001. Disponível em: <webmaster@ambientebrasil.com.br/composer...tml&conteudo=../energi/biomassa_vant.html>. Acesso em: 24 mar. 2008.
- GUIMARÃES NETO, R. M.; PIMENTA, A. S.; SILVA, M. L.; SOARES, N. S.; VITAL, B. R.; SILVA, J. C. - Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Fornos dos tipos *CONTAINER* industrial e retangular de 40 estéreos, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.709-715, 2007.
- GUIMARÃES, S. T. A.; JARDIM, L. S. B. - Aspectos econômicos da produção de carvão vegetal. Transporte, manuseio, estocagem. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/CECTEC. **Produção e utilização de carvão vegetal**. Belo Horizonte: 1982. p.125-140.
- HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V. - **Indicação de Espécies para Reflorestamento**. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de Propriedades Rurais para Fins Produtivos e**

- Ambientais: Um Guia para Ações Municipais e Regionais.** Brasília: [s.n.], p.101-124, 2000.
- HOFFMANN, R. et al. In: _____. Administração de Empresa Agrícola. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 1987. cap.2, p.5-55. (Série estudos agrícolas).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produção da Extração Vegetal da Silvicultura**, Rio de Janeiro – RJ, v.18, 2003, Brasil. ISSN 0103-8435.
- IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Área de Reflorestamento do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1998. 9p. (Modelo IEF/002)
- INCE, P. J. - **How to estimate recoverable heat energy in wood or bark fuels**. US Department of Agriculture. Forest Products Laboratory. General Technical Report FPL 29, 1979. 10 p. Disponível em: <www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgr/fplgr29.pdf>. Acesso em: 17 novembro 2008.
- IPEF – Instituto de Pesquisas Florestais - **Ciência e Tecnologia no Setor Florestal Brasileiro: Diagnóstico, Prioridades e Modelo de Financiamento**. – Relatório Final. Piracicaba – SP, junho de 2002. Disponível em: <http://www.ipef.br/mct/final.pdf> Acesso: 25 de maio de 2008.
- IUDÍCIBUS, S. - **Teoria da Contabilidade**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2000, 350p.
- JACOVINE, L. A. G. et al. - Estimativa do Abastecimento de Erosão aportado por um Sistema Agrossilvipastoril e sua Contribuição Econômica, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.2, 2007, p.285-293.
- JANKOWSKY, I. P.; GALVÃO, A. P. M. - **Principais Usos da Madeira de Reflorestamento**. In: Galvão, A. P. M. **Reflorestamento de Propriedades Rurais para Fins Produtivos e Ambientais: Um Guia para Ações Municipais e Regionais**. Brasília: [s.n.], p.57-70, 2000.
- JANUZZI, G. M. - Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro, **ENERGY DISCUSSION PAPER** n. 2.64-01/03, julho, 2003.
- KURESKI, R.; COURÁ, D. P. - O Crescimento Real do PIB do Complexo Siderúrgico Brasileiro – 1995-2003, **Revista FAE**, Curitiba, v.8, n.2, p. 105-112, jul./dez. 2005.
- LEGISLAÇÃO FLORESTAL, **LEI Nº 9.960 DE 28 DE JANEIRO DE 2000**. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9960.htm Acesso em: 14/09/2008.
- LEITE, A. D. - A Energia do Brasil, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 500 p., 1997.

- LEITE, H. G.; JACOVINE, L. A. G., SILVA, C. A. B., PAULA, R. A. de; PIRES, I. E.; SILVA, M. L., da - Determinação dos Custos da Qualidade em Produção de Mudas de Eucalipto, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.955-964, 2005.
- LEONE, G. S. G. - **Custos: Planejamento, Implantação e Controle**. – 3.ed. São Paulo: Atlas. 2000.
- LIMA, D. G. - Importância das florestas plantadas como forma de reduzir a pressão sobre as florestas nativas ainda existentes. **Revista Bahia Agrícola**, v. 1, n. 3, p. 45-48, 1997.
- LIMA JÚNIOR, V. B. - **Determinação da Taxa de Desconto para uso na Avaliação de Projetos de Investimentos Florestais**, 90p. 1995. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- LIMA, C. R.; LIMA, G. D.; PAES, J. B. - Consumo Residencial de Energéticos para Cocção nas Comunidades Santana e Queimadas, Santa Terezinha, Paraíba, Brasil. **RENABIO - Biomassa & Energia**, v. 3, n. 2, p. 83-96, 2006.
- LOPES, M. A.; CARVALHO, F. M. - **Custo de Produção do Gado de Corte**. Departamento de Medicina Veterinária – UFLA, Lavras - MG, 2007. Disponível em: <http://www.daneprairie.com>. Acesso em 20 de janeiro de 2008.
- LOPEZ, M. A. - **Análise Econômica de Custos e Subsídios à Produção de *Pinus spp.* na Província de Misiones – Argentina**. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.
- MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. - Análise da Influência do Comprimento de Toras de Eucalipto na Produtividade e Custo da Colheita e Transporte Florestal. **Revista Cerne**, v.6, n.2, 2000, p.124-129.
- MAHER, M. - **Contabilidade de Custos: Criando Valor Para a Administração**. Michael Maher: tradução José Evaristo dos Santos. – São Paulo: Atlas. 2001.
- MALIK, R.K.; GREEN, T.H.; BROWN, G.F.; BEYL, C.A.; SISTANI, K.R.; MAYS, D.A. - Biomass production of short-rotation bioenergy hardwood plantations affected by cover crops. **Biomass and Bioenergy**, 2001, 21(1): 21-33.
- MALINOVSKI, R. A. - **Reflorestamento em Áreas Limítrofes de Propriedades Rurais em São José dos Pinhais (PR): Análise de Percepção e de Viabilidade Econômica**. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- MALINOVSKI, R. A.; BERGER, R.; SILVA, I. C.; MALINOVSKI, R. A.; BARREIROS, R. M. - Viabilidade Econômica de Reflorestamentos em Áreas Limítrofes de Pequenas Propriedades Rurais no Município de São José dos Pinhais - PR, **Revista FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 36, n. 2, mai./ago, 2006.

- MARTINI, A. J. - **O Plantador de Eucaliptos: A Questão da Preservação Florestal no Brasil e o Resgate Documental do Legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 2004, 320f. Dissertação (Pós-graduação em História Social) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, 2004.
- MARTINS, E. - **Contabilidade de custos**. 8ª. ed. – São Paulo: Atlas. 2001.
- MARTINS, H. - **Madeira como fonte de energia**, in: CETEC: **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, p. 104. 1980, (Série Publicações Técnicas).
- MAX, S.P. and D.T. KLAUS. - **Plant Design and Economics for Chemical Engineers**, 4ed., McGraw-Hill, Inc., USA, 1991.
- MEDRADO, M. J. S.; GAIAD, S.; RODIGHERI, H. R. - **Contribuições ao Plano Nacional de Energia 2006-2010, no componente Floretas Energéticas**. 2006.
- MEIRA, A. M.; BRITO, J. O.; RODRIGUEZ, L. C. - Estudo de Aspectos Técnicos, Econômicos e Sociais da Produção de carvão vegetal no Município de Pedra Bela, São Paulo, Brasil. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.809-817, 2005.
- MINETTE, L. J.; PIMENTA, A. S.; FARIA, M. M.de; SOUZA, A. P.de; SILVA, E. P.da; FIEDLER, N. C. - Avaliação da Carga de Trabalho Físico e Análise Biomecânica de Trabalhadores da Carbonização em Fornos do Tipo “Rabo-Quente”. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.853-858, 2007.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, BRASIL, **Balanco Energético Nacional**. Brasília, 153p. 1999. Disponível: www.mme.gov.br Acesso em: 20/11/2007.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Balanco Energético Nacional BEN 2006**. Brasília, 2006.
- MONTEIRO, M. A. - Em busca de carvão vegetal barato: O deslocamento de siderúrgicas para a Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, UFPA - Acre-PA. v. 9, n. 2, p. 55-97, dez. 2006, ISBN 1516-6481.
- MORA, A. L.; GARCIA, C. H. - **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo – SP. 2000. 112 p.
- MOREIRA, I. L.; KAWAMOTO, C. T.; TUROLLA, F. A. - Análise do Setor Siderúrgico Brasileiro com a Metodologia de Matriz Produto-Insumo. Anais do II Encontro Científico da Campanha Nacional das Escolas da Comunidade (II EC-CNEC), Varginha, 9-10 de julho de 2004.
- MOTTA, S. - (SEMA) Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Cuiabá, MT, 2008.

- MÜLLER, M. D.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; BRITO, J. O. - **Avaliação de um Clone de Eucalipto Estabelecido em Diferentes Densidades de Plantio Para a Produção de Biomassa e Energia.** *Biomassa & Energia*, v. 2, n. 3, p. 177-186, 2005.
- NETO, A. J. O. - **Energia Alternativa: Processo de Desenvolvimento Tecnológico, Econômico e Ambiental.** Contador, Mestrando do Prodema-UFAL, III Encontro da ANPPAS, 23 a 26 de maio, 2006, Brasília-DF.
- NOGUEIRA, F. T. P. - **Integração espacial e efetividade do “Hedge” no mercado brasileiro de café arábica.** 2001, 147f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. S. - **Dendroenergia: fundamentos e aplicações.** 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 199 p.
- NORONHA, J. F. - **Projetos Agropecuários: Administração Financeira, Orçamento e Viabilidade Econômica.** 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 269 p, 1987.
- OLIVEIRA, A. D. de; LEITE, A. P.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R. S. - Avaliação Econômica da Vegetação de Cerrado Submetida a Diferentes Regimes de Manejo e de Povoamentos de Eucalipto Plantado em Monocultivo. **CERNE**, Lavras - MG, V.4, N.1 p.034-056 1998.
- OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.; SILVEIRA, V. P. - Análise Econômica de um Sistema Agro-Silvo-Pastoril com Eucalipto Implantado em Região de Cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, p.1-19, 2000.
- OLIVEIRA, M. D. M. - **Custo Operacional e Ponto de Renovação de Tratores Agrícolas de Pneus: Avaliação de uma Frota.** 2000, 150f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- OMACHI, I. H., RODRIGUES, L. G., STOLF, M., CANNAVAL, R., SOBREIRO, R. - Produção de biomassa florestal para exportação: o caso da AMCEL. **BIOMASSA & ENERGIA/ Rede Nacional de Biomassa para Energia – Vol. 1, n. 1 (2004).** Viçosa: RENABIO: UFV; p.29 -36, 2004.
- PATIL, K. N.; RAMANAP. V.; SING, R. N. - Performance evaluation of natural draff based agricultural residues charcoal system. In: **Biomass and bioenergy.** Lecturer at Sardar Vallabhbhai Patel Institute of Technology, Elsevier Science, 2000, v.18, p. 161-173.
- PAIXÃO, J. M. M. - **Reciclagem de resíduos da indústria metalúrgica.** Belo Horizonte: 2000. 13 p. (Relatório interno de Desenvolvimento da JMP Empreendimentos Ltda.)
- PAIXÃO, F. A.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE; L. A. G.; SILVA; M. L. da; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. da - Quantificação do Estoque de Carbono e Avaliação Econômica de Diferentes Alternativas de Manejo em um Plantio de Eucalipto. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.411-420, 2006.

- PAGLIARDI, O.; MACIEL, A. J. S.; LOPES, O. C.; ALBIERO, D. - Estudo de Viabilidade Econômica de Planta Piloto de Biodiesel, **AGRENEB GD**, 2006, Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.
- PEREIRA, G. H., MOTA F. C. M., SABADINI, M. S., BRANDÃO, S. A. - **Estudo Sócio Econômico da Produção de Carvão Vegetal no Estado do Espírito Santo: Projeto de Carvoaria Modelo**. FASE-Federação de Órgãos para a Assistência Social e Educacional. Vitória-ES, 10 de Março de 1998.
- PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. - Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2000. 113p. (*Embrapa Florestas*. Documentos, 38).
- PIMENTA, A. S. - **Curso de Atualização em Carvão Vegetal**. Apostila, documento interno. – Viçosa: UFV/DEF. 2002.
- PINHEIRO, P. C. C.; SAMPAIO, R. S.; BASTOS FILHO, J. G. – Organização da Produção do Carvão Vegetal em Fornos de Alvenaria. **Biomassa & Energia**, v. 2, n. 3, p. 253-258, 2005.
- PONCIANO, J. N.; SOUZA, P. M.; MATA, H. T. C; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. - **Análise de Viabilidade Econômica e de Risco da Fruticultura na Região Norte Fluminense RER**. Rio de Janeiro, vol. 42, nº 04, p. 615-635, out/dez 2004 – Impressa em dezembro.
- POTRIL, R. M. – **Análise de Risco em Investimentos Florestais**. PUCPR – CCET – Mestrado em Informática Aplicada, Curitiba – PR. 2008. Disponível em: www.ufpr.br
Acesso: 02/06/2008.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F., Biodiversity of the Flora of the Cerrado. In: Simpósio sobre Cerrado, Brasília, 1996. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNPQ, p.3 - 5, 1996.
- RENNER, R. M., Seqüestro de Carbono e a Viabilização de Novos Reflorestamentos no Brasil. Dissertação de Mestrado, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2004.
- REZENDE, J. L. P.; COELHO JÚNIOR, L. M.; OLIVEIRA, A. D.; SÁFADI, T., Análise dos Preços de Carvão Vegetal em Quatro Regiões no Estado de Minas Gerais, **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 237-252, jul./set. 2005.
- REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D., **Avaliação de Projetos Florestais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 47p, 1995.
- REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D., **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**. Viçosa: Universidade Federal Viçosa, 389p. 2001.

- REZENDE, J. L. P.; PADUA, C. T. J.; OLIVEIRA, A. D. de.; SCOLFORO, J. R. S., Análise Econômica de Fomento Florestal com Eucalipto no Estado de Minas Gerais, **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 221-231, jul./set. 2006.
- REZENDE, J. L. P.; SILVA, M. L., **Elaboração e avaliação de um projeto de produção de madeira de *Pinus* sp. na Região de Ubá**. Viçosa, MG: SIF, 1997. 61 p. (Documento SIF, 15).
- ROBLES JR., A., **Custos da qualidade, uma estratégia para a competição global**. São Paulo: Atlas, 1994. 135p.
- ROCHADELLI, R. **A Estrutura de Fixação dos Átomos de Carbono em Reflorestamentos**. Curitiba, 2001, 66 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- RODIGHERI, H. R., **Rentabilidade Econômica Comparativa entre Plantios Florestais e Sistemas Agroflorestais com Erva-mate, Eucalipto e Pinus e as Culturas do Feijão, Milho, Soja e Trigo**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 36p. (Circular técnica, n.26), 1997.
- RODIGHERI, H. R., **Florestas como Alternativa de Aumento de Emprego e Renda na Propriedade Rural**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 13p. (Circular técnica, n.42), 2000.
- RODRIGUES, L. C. E., **TÓPICOS DE ECONOMIA FLORESTAL**, Documentos Florestais, Piracicaba (12): 1 – 49, fev. 1991.
- RODRIGUES, R. V.; CAMPOS, A. C. Desempenho e Competitividade do Setor Siderúrgico Brasileiro na década de 90. **Revista de Economia**, UEG, Anápolis-GO, Vol. 4, no. 01, Jan-Jun/2008.
- ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, L., **Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005. 447 p.
- SALATA, C. C.; VENTURINI FILHO, W. G., Avaliação Econômica de Refrigerantes Produzidos a Partir de Suco Integral Congelado e Suco Desidratado de Maracujá, **Energia Agrícola**, Botucatu, vol. 21, n.3, 2006, p. 1-18.
- SALES, C. A. V. B. de.; ANDRADE, R. V.; LORA, E. E. S., Geração de Energia de Eletricidade a partir da gaseificação de Biomassa. **RENABIO - Biomassa & Energia**, v. 2, n. 3, p. 195-204, 2005.
- SAMPAIO, R. S., Agente Redutor na Produção de Metais – Exemplo do Eucalipto na Produção de ferro-Gusa. **RENABIO - Biomassa & Energia**, v. 1, n. 2, p. 145-155, 2004.

- SANGUINO, A. C., **Avaliação econômica da produção em sistemas agroflorestais na Amazônia: estudo de caso em Tomé-Açu**. Tese (doutorado). Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém – PA. 2004.
- SANTIAGO, B. H. S.; PANNIRSELVAM, P. V., **Estudo comparativo do uso do processo de pirólise e gaseificação para integração energética no ambiente rural na agroindústria do coco**, IV Biennial International Workshop Advances in Energy Studies, Ribeirão Preto/SP, 2004.
- SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Fatos e Números do Brasil Florestal 2003** – SBS, 2003. Disponível em www.sbs.org.br. Acesso em 23.09.2007.
- SBS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e Números do Brasil Florestal 2005 – 2006**. Disponível em www.sbs.org.br. Acesso em 10.12.2007.
- SCARPINELLA, G. D., **Reflorestamento no Brasil: Protocolo de Quioto**, 2002, 182f. Dissertação (Pós-graduação em Energia) – Universidade de São Paulo (USP) - Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE). São Paulo – SP. Jul. 2002.
- SEIXAS, F.; COUTO, L.; RUMMER, R. B., Colheita de Plantios Arbóreos de Curta Rotação para Energia, **RENABIO - Biomassa & Energia**, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2006.
- SILVA, C. L., Inovação e Modernização na Indústria Siderúrgica Brasileira: Armas para competir internacionalmente. **Revista FAE Business**, Curitiba, n.3, p. 52-53, set. 2002.
- SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. Economia Florestal – 2.ed. – Viçosa, UFV, 178p., 2005.
- SILVA, J. C., Eucalipto – A Madeira do Futuro. **Revista da Madeira**, 114p. Curitiba, set. 2001.
- SILVA, F. N.; FERREIRA, M. A. M.; PAZZINI, F. L. S.; ABRANTES, L. A., Abordagem Determinística e de Simulação de Risco como Instrumentos de Análise de Viabilidade Financeira em Investimentos Imobiliários. **Revista de Negócios**, Blumenau, v. 12, n. 3, p. 03 - 17, julho/setembro 2007.
- SILVA, R. P., **Simulação e Avaliação Econômica de um Programa Plurianual de Reflorestamento para Fins de Planejamento da Empresa Florestal**. 56p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1992.
- SILVA, S. R.; ALMEIDA, Z. M., Avaliação de projetos de pesquisa agrícola: discussão de uma metodologia para mensuração dos benefícios “ex-ante”. **Revista Economia Rural**, v.24,n.4.,p. 463-478, 1986.
- SILVA, K. R.; MINETTI, L. J.; FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, B. E. G.; SOUZA, A. P. de., Custos e Rendimentos Operacionais de um Plantio de Eucalipto em Região de Cerrado, **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 361-366, 2004.

- SILVA, M. L.; SILVA, J. M. A., Análise do Comportamento Temporal dos Preços do Carvão Vegetal: Aplicação e Avaliação da Metodologia “Box and Jenkins”. **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.57-67. 1996.
- SILVA, M. L.; RIBEIRO, C. A. A. S., Estabelecimento de Rotação Econômica para uma Floresta Regulada, **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.65-73, 2006.
- SILVIMINAS – ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. **Anuário Estatístico**. 2003. Disponível em: www.silviminas.com.br – Acesso em 30 de dezembro de 2007.
- SILVIMINAS – ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. **Anuário Estatístico**. 2004. Disponível em: www.silviminas.com.br – Acesso em 30 de dezembro de 2007.
- SMITH, E. B., **Determinação da rotação econômica para *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex Maiden), destinado à produção de carvão vegetal**. Viçosa: Imp. Univ., 1989. 69p, (Tese M.S.).
- SOARES, T.S.; SILVA, M. L.; GAMA, J. R. V.; CARVALHO, R. M. M. A.; VALE, R. S., Avaliação Econômica de Plantações de Eucalipto Submetidas a Desbaste, **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.481-486, 2003.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A., **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 142p, 1999.
- SOUZA, A. N. de; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P. de; MELLO, J. M., de. Viabilidade Econômica de um Sistema Agroflorestal. **CERNE**, Lavras – MG. V. 13, n. 1, p. 96 – 106, jan./mar. 2007.
- SOUZA, A. N. de; REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A.D. de., Momento Ótimo de Substituição de Povoamentos de *Eucalyptus* spp – O Caso da Tecnologia Constante. **Revista Cerne**, V.7, N.2, P.093-103, Lavras, 2001.
- TONELLO, C.; COTTA, M. K.; ALVES, R. R.; RIBEIRO, C. F. A.; POLLI, H. Q., **O Destaque Econômico do Setor Florestal Brasileiro**. UniCamp – Universidade de Campinas, Desenvolvimento Sustentável. Disponível: <http://www.cori.unicamp.br/CT2006/trabalhos/O%20DESTAQUE%20ECONOMICO.doc>. Acesso em: 10/04/2008.
- TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; SILVA, J. R. M.; MORI, F. A.; MENDES, L. M., Energia de Biomassa Florestal: A Contribuição da UFLa. **RENABIO - Biomassa & Energia**, v. 1, n. 3, p. 221-224, 2004.
- TRUGILHO, P. F., **TENSÃO DE CRESCIMENTO EM ÁRVORES VIVAS DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. E DE *Eucalyptus dunnii* Maiden E PROPRIEDADES DA SUA MADEIRA**. Tese de pós-doutorado. UFPR, Curitiba – PR, 2005.

- TSUKAMOTO FILHO, A. A., **Fixação do Carbono em um Sistema Agroflorestal com Eucalipto na Região do Cerrado em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 2003. 98p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- VALE, A. T.; FIEDLER, N. C.; SILVA, G. F., **Avaliação Energética da Biomassa do Cerrado em Função do Diâmetro das Árvores**, *Ciência Florestal*, v. 12, n. 2. 2002.
- VALVERDE, S. R. et al., **Efeitos Multiplicadores da economia Florestal Brasileira**, *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.285-293, 2003.
- VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da.; JACOVINE, L. A. G.; NEIVA, S. A., **O Comportamento da Madeira de Eucalipto no Brasil**. **RENABIO - Biomassa & Energia**, v. 1, n. 4, p. 393-403, 2004.
- VALVERDE, S. R. Aspectos de relevância econômica no fomento florestal a partir da percepção dos produtores rurais envolvidos, **Scientific Commons**, v. 21, n. 7, p. 1 - 24, 2006.
- VANDERBECK, E. J., **Contabilidade de Custos**. / Edward J. VanDerbeck, Charles F. Nagy; tradução Robert Brian Taylor, revisão técnica Elias Pereira. – 11.ed. – São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 2003.
- WESTPHALEN, M. **The determinants of sovereign bond credit spreads changes**. Université de Lausanne, 2001 (Working Paper).
- WOILER, S.; MATHIAS, W. F., **Projetos: Planejamento, Elaboração e Análise**. 1. ed. São Paulo: Atlas S/A, 294p, 1996.
- ZUCHI, P. S., **A Evolução na Produção de Carvão Vegetal e suas Repercussões na Produtividade e Qualidade do Carvão, nas Condições de Trabalho e no Meio Ambiente: Estudo Comparativo**. 2001, 157f., Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2001.

ANEXO

QUESTIONÁRIO

- 1 – Quais os custos envolvidos na limpeza da área?
- 2 – Quanto tempo é gasto para a limpeza da área?
- 3 – Qual a quantidade de madeira cortada por dia?
- 4 – Quais os custos para a construção dos fornos?
- 5 – Quais os gastos com impostos?
- 6 - Quais os custos com cada trabalhador?
- 7 – Qual a função de cada trabalhador?
- 8 – Quais os equipamentos utilizados para a limpeza da área, construção dos fornos e produção do carvão vegetal?
- 9 – Qual o rendimento por forno?
- 10 – Qual o valor do frete e como é cobrado?
- 11 – Quanto tempo é gasto do corte da até a carbonização?
- 12 – Quais os equipamentos de segurança utilizados e qual o custo de cada um?
- 13 – Qual o preço do carvão vegetal?
- 14 – Quanto um caminhão transporta?
- 15 – Quanto é gasto com manutenção das máquinas?
- 16 – Qual o tipo de embalagem utilizada para armazenar o carvão vegetal e qual o custo da mesma?
- 17 – Onde o carvão é entregue?