

PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM SOJA EM VAZANTE, MINAS GERAIS¹

Biodiesel Production from Agro-forest Systems with Soybean in Vazante-MG

Laércio Couto², Aliete Villacorta de Barros³, Antônio de Arruda Tsukamoto Filho⁴
e Luiz Carlos Couto⁴

Resumo: O objetivo principal deste trabalho foi avaliar aspectos técnicos e econômicos de sistemas agroflorestais com eucalipto, como alternativa de uso da terra na formação de biomassa para produção de energia e de matéria-prima (óleo bruto) para obtenção de biodiesel a partir da cultura da soja, na região de cerrado em Minas Gerais. Com base em dados oriundos da empresa Votorantin Metais Agro, que dispõe de uma unidade de sistemas agroflorestais em Minas Gerais, foram simulados e estudados vários cenários de SAF, formados a partir do eucalipto como componente florestal, variando seu ciclo de corte, e da soja como componente agrícola, e em alguns casos com a introdução de arroz e, ou, capim para engorda de gado (componentes agrícola e pastoril). Foram calculados os custos de produção e as receitas resultantes e apresentados seus fluxos de caixa atualizados a taxas de juros de 12 e 18%. Por meio de critérios econômicos como valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício-custo (R B/C), foi possível concluir que o SAF 1 e o SAF 2 podem ser indicados como sistemas viáveis não só para produção de energia e grãos para alimento, mas também para produção de óleo para biodiesel, garantindo o retorno financeiro do investimento.

Palavras-chave: Eucalipto, soja, sistemas agroflorestais, biomassa e biodiesel.

Abstract: The main objective of this work was to evaluate the economic and technical aspects of agro-forest systems with eucalyptus as a land use alternative in the formation of biomass for production of energy and raw material (crude oil) to produce biodiesel from the soybean culture in the cerrado region in Minas Gerais. Based on data supplied by Votorantin Agro Metals Company, owner of agro-forest systems in Minas Gerais, several SAF scenarios were simulated and studied, formed from eucalyptus as forest component, by varying its cut cycle and from soybean, and in some cases, from rice introduced and/or cattle grass (agricultural and pastoral component). The production costs and resulting revenues were calculated and their updated cash flows were presented at interest rates of 12% and 18%. Using economic criteria such as the Net Present Value (VPL), Internal Return Rate (IRR) and Benefit/Cost Ratio (B/C R) allowed concluding that SAF 1 and SAF 2 can be indicated as viable systems of production not only of energy and grains for food but also for oil production for biodiesel guaranteeing the financial return of the investment.

Keywords: Eucalyptus, soy, agro-forestry systems, biomass, biodiesel.

¹ Recebido para publicação em 16.7.2007 e aceito em 17.8.2007.

² Rede Nacional de Biomassa para Energia, <laerciocouto@uol.com.br>, ³ Universidade Federal Rural da Amazônia. Av. Tancredo Neves - Terra Firme - 66.000, <aliete.villacorta@ufra.edu.br>, ⁴ Universidade Federal Rural da Amazônia - Santarém - Pará.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade do uso da terra no Brasil é assunto que vem despertando a atenção das pessoas interessadas. Essa preocupação é global desde as áreas ocupadas com monocultivos em sistemas produtivos latifundiários até pequenas propriedades, com sistemas familiares de produção, e os projetos de manejo de florestas nativas.

Como alternativa sustentável para minimizar os efeitos negativos dos sistemas agrícolas vigentes é sugerida a implantação de sistemas agroflorestais, entretanto estes já há muito tempo vêm sendo adotados por boa porcentagem de agricultores nos países tropicais. Ferreira Neto (1994) ressalta que a aplicação de técnicas agroflorestais pode consolidar ou aumentar a produtividade de estabelecimentos agropecuários e de plantações florestais de diversas dimensões, ou pelo menos evitar a degradação do solo ou a perda de produtividade ao longo dos anos. Já Silva e Silva (1998) acham que os SAFs são importantes na conservação da biodiversidade, tanto de plantas, quanto de animais, além de reduzirem o aparecimento de clareiras nas florestas tropicais quando da implantação de novos sistemas de corte-queima de agricultura. No caso de algumas regiões do Brasil, como a Sudeste, já há algumas décadas são praticados com o eucalipto como componente arbóreo, tomando como base as experiências silvipastoris e silviagrícolas. Em alguns casos são vistos como uma alternativa com forte tendência à ampliação de áreas reflorestadas com eucalipto, principalmente em regiões onde predominam propriedades de pequeno porte. No caso das empresas siderúrgicas de Minas Gerais, que procuram de alguma forma suprir suas necessidades energéticas ou mesmo minimizar seus custos no sistema de produção do carvão vegetal, os sistemas agroflorestais têm dado respostas satisfatórias no que se refere à produção de madeira de eucalipto para energia, somando-se ainda a produção de grãos, como soja e arroz, e a de carne. No noroeste do Estado de Minas Gerais,

tem-se hoje o maior exemplo de sistemas agroflorestais com *Eucalyptus* sp. no Brasil. Nesse aspecto, vários estudos com abrangência em sistemas agroflorestais, tendo o eucalipto como componente arbóreo, foram ou estão sendo desenvolvidos na Universidade Federal de Viçosa, Universidade Federal de Lavras, entre outras, abordando critérios de produtividade, rentabilidade financeira e de impactos ambientais (COUTO et al., 1982; MARQUES, 1990; PASSOS, 1996; DUBÉ, 1999; DANIEL, 2000; RODIGHERI, 2000; TSUKAMOTO FILHO, 2002; VALE et al., 2002). Por outro lado, em busca de uma alternativa energética para os combustíveis fósseis, depreende-se que sejam avaliadas as fontes renováveis e “limpas” produzidas pela natureza. Em função disso, o importante é definir uma tecnologia apropriada e qual matéria-prima utilizar para geração de energia, sem ou com o mínimo de dano ao meio ambiente, atualmente prejudicado pela concentração dos gases de efeito estufa (GEE) liberados pela queima de combustíveis fósseis, pelas queimadas e pela decomposição da matéria orgânica, o que provoca cada vez mais o aumento do aquecimento global e traz sérios prejuízos para a humanidade. Nesse contexto, o biodiesel se enquadra como biocombustível limpo, renovável e confiável, podendo fortalecer a economia do País, gerando mais empregos, além de agregar valores às oleaginosas, como a soja, abrindo assim novo mercado para essa cultura.

O objetivo geral do trabalho foi avaliar aspectos técnicos e econômicos de sistemas agroflorestais com eucalipto como alternativa de uso da terra, favoráveis tanto à formação de biomassa florestal para produção de energia, quanto à produção de matéria-prima (óleo bruto) para obtenção de biodiesel a partir da soja, na região de cerrado em Vazante, Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área do estudo

A área do estudo pertence à VM Agro, uma empresa detentora de sistemas agroflorestais

(VM Agro) que visa trabalhar a terra, promovendo o desenvolvimento sustentável, e que ocupa posição de destaque no agronegócio nacional. Atualmente já vem sinalizando também para o aproveitamento da madeira na produção de cavacos, além do interesse em utilizar espécies que gerem óleos para produção de biodiesel, a fim de substituí-lo ou misturá-lo gradativamente ao óleo diesel utilizado pela empresa. Os sistemas agrissilvipastoris implantados na empresa apresentam o arroz e a soja como componentes agrícolas, introduzidos consecutivamente (anos zero e 1), o eucalipto como componente florestal, plantado antes da cultura do arroz, em espaçamento 10 x 4 m, para possibilitar o cultivo agrícola nas entrelinhas, e o pasto para engorda de gado bovino, proporcionando quatro receitas com o componente animal (anos 5, 7, 9 e 11). Nesses são aplicados alguns tratamentos silviculturais, como: preparo do solo com destoca e limpeza da área, aração, gradagem, calagem, adubação após a semeadura e aplicação de inseticida, se necessário.

2.2 Definição dos arranjos de sistemas agroflorestais

Os dados deste trabalho são oriundos da VM Agro, de pesquisas desenvolvidas em parceria com a Universidade Federal de Viçosa – MG, de informações obtidas com os técnicos da referida empresa, por ocasião da coleta de dados de campo, e de levantamentos feitos pela Internet. Os arranjos foram definidos em função dos componentes (arroz, soja, eucalipto, pasto e gado) e da idade de corte do eucalipto (3, 4, 5, 6 e 7 anos), tendo sido identificados como SAF 1, SAF 2, SAF 3, SAF 4 e SAF 5 (SAF 5/1 e SAF 5/2). O horizonte máximo de 7 anos para os arranjos é justificado pela rotação econômica nessa idade na VM Agro para o eucalipto para produção de energia (TSUKAMOTO FILHO, 2003) e, em contrapartida, o ciclo mínimo de 3 anos foi definido em função do rápido crescimento do eucalipto que, com essa idade, produz madeira suficiente para obtenção de cavaco (cerca de 30 t ha⁻¹). Em função das idades (3 a

7 anos), optou-se pela presença ou não do capim (braquiária) e do gado (bovino) no sistema, ou seja, o componente animal estará presente naqueles cujos ciclos são suficientes para formação da pastagem e engorda do boi. Por outro lado, a soja será destinada para produção de óleo bruto para biocombustível, sabendo-se que essa cultura apresenta parâmetros de qualidade do produto compatíveis com as especificações atuais do biodiesel (FERRARI et al., 2004). As tecnologias de produção consideradas nos vários arranjos de SAF são iguais, diferenciando-se somente em função das culturas consorciadas e do ciclo de corte do componente arbóreo dos vários sistemas. Por esse fato, diferenças com implantação, condução e colheita das culturas anuais e implantação e manejo do capim e eucalipto são detectadas e consideradas. Na confecção da planilha de custos e receitas, foram tomados como base os dados de custos e receitas dos sistemas da empresa gerados por Dubé (1999), que foram atualizados pelo Índice Geral de Preços (IGP)⁴, cujo valor médio no período foi de 2,275743.

2.2.1 Arranjo do SAF 1

O SAF 1 foi definido como um sistema que tem como componentes o arroz, a soja e o eucalipto, com ciclo de corte previsto para 3 anos. Entre os meses de outubro e novembro do ano zero, as mudas de eucalipto (clones de *Eucalyptus camaldulensis*) são plantadas em amplo espaçamento (10 x 4 m), favorecendo o plantio do arroz (*Oriza sativa* cv. Guarani), que é a primeira cultura agrícola anual implantada no sistema (na primeira quinzena de outubro), no período em que normalmente se iniciam as chuvas, ficando 18 linhas de arroz por entrelinhas de eucalipto. O preparo da área, com aração e gradagem, calagem e adubação mineral, é importante para o bom desempenho do sistema. Completado o ciclo do arroz de

⁴ IGP é calculado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <<http://www.clic.com.br>>.

quatro a seis meses, deve-se ter o cuidado de incorporar os restos dessa colheita no solo. No início de novembro do ano seguinte a soja (*Glycine max* cv. Conquista) é plantada no lugar do arroz, e seu ciclo é de cerca de quatro meses. As culturas anuais são plantadas com espaçamento entre plantas de 0,45 m, sempre a 1 m de distância do eucalipto, para evitar a competição. Os tratamentos como adubação e calagem são procedimentos inevitáveis também para a soja, assim como a inoculação com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*, antes do semeio da cultura. Até o corte final da cultura perene, são feitas manutenções para o seu melhor desenvolvimento.

2.2.2 Arranjo do SAF 2

No SAF 2 os componentes são arroz, soja e eucalipto, com ciclo de corte de 4 anos. Neste caso a cultura da soja será incluída no sistema por duas vezes, sendo uma no ano 1 e a outra no ano 2. O clone utilizado, como em todos os casos, é de *Eucalyptus camaldulensis*, que apresenta copa menos densa, o que, de certa forma, não prejudica a entrada de luminosidade no sistema, favorecendo assim o desenvolvimento da soja, principalmente na segunda safra, quando o eucalipto já se encontra com uma altura considerável (mais ou menos 6 m). Manutenções no eucalipto feitas nos anos 2, 3 e 4 são relevantes para seu bom desenvolvimento. Os espaçamentos e os ciclos das culturas anuais são os mesmos adotados no SAF 1.

2.2.3 Arranjo do SAF 3

Arroz, soja, eucalipto, braquiária e gado fazem parte do SAF 3, com horizonte de planejamento de 5 anos (ciclo de corte do eucalipto de 5 anos). Nesse caso, os componentes do sistema são tratados igualmente como no sistema usual da empresa, ou seja, o arroz e o eucalipto são plantados inicialmente, a soja no ano seguinte e a pastagem *Brachiaria brizantha* Stapf é introduzida no sistema no mês de

novembro do ano 2 (capacidade de suporte de 1,0 UA ha⁻¹), onde são utilizados aproximadamente 10 kg ha⁻¹ de sementes. Ressalta-se que nesse mesmo ano é feita uma desrama no eucalipto (um terço da altura da árvore), que se encontra com mais ou menos 6 m de altura, medida essa que visa minimizar o efeito da competição no sistema. Noventa dias após a implantação da pastagem, momento em que ela já se encontra estabelecida, os novilhos (*Bos indicus*) são colocados para engorda até o fim do ciclo, quando em média o animal atinge 16 arrobas de peso (240 kg).

2.2.4 Arranjo do SAF 4

O arranjo do SAF 4 apresenta um ciclo de corte para o eucalipto de 6 anos, e é formado pelos componentes arroz, soja, eucalipto, pasto e gado. O eucalipto é introduzido inicialmente no sistema, seguido do arroz, ambos no ano zero. No próximo ano a soja é plantada e colhida. A pastagem é introduzida no ano seguinte, para 90 dias após servir de alimento para o novilho. No ano 5 o animal é retirado para venda, e imediatamente outro novilho é colocado para engorda no sistema, por apenas um ano (do ano 5 ao ano 6). O componente animal que entra no sistema por duas vezes (anos 3 e 5) apresenta produções de carne diferenciadas (240 e 120 kg), proporcionais aos períodos de engorda (2 anos e 1 ano, respectivamente). Todos os tratamentos silviculturais e culturais para o bom desempenho do eucalipto e das culturas e os cuidados para o bom desenvolvimento do animal foram observados.

2.2.5 Arranjos do SAF 5/1 e SAF 5/2

Os SAF 5/1 e SAF 5/2 mantêm o ciclo de corte do eucalipto de 7 anos, com diferença que no primeiro caso o arranjo é formado por arroz, soja, pasto, gado e eucalipto, enquanto no SAF 5/2 a soja é introduzida por duas vezes no sistema, ou seja, o arroz não fará parte desse SAF, sendo a soja plantada logo após o plantio

do eucalipto. A pastagem introduzida no ano 2 é tratada por 90 dias, para então servir de alimento para engorda de gado bovino, animal que fará parte do sistema em dois momentos (anos 3 e 5) e será vendido nos anos 5 e 7.

2.3 Estimativa de produção dos vários componentes dos SAFs

As estimativas de produções dos vários componentes dos SAFs (arroz, soja, gado bovino e madeira) foram obtidas como descrito a seguir:

2.3.1 Biomassa florestal de eucalipto

Para a estimativa da biomassa seca para cavaco, para os vários arranjos de sistemas estudados, tomaram-se como base os resultados de biomassa determinados por Tsukamoto Filho (2003), que apresentam detalhes sobre a metodologia aplicada. Considerou-se apenas a biomassa do fuste para o caso de a empresa ter interesse em reciclagem de nutrientes (Quadro 1).

O valor de venda da madeira em pé para energia (cavaco) de R\$ 25,00 st^{-1} , de acordo com CEPEA^{2/}, corresponde a R\$ 59,52 t^{-1} de biomassa de eucalipto, valor este utilizado no cálculo das receitas (R\$ $t^{-1} ha^{-1}$).

2.3.2 Produção da cultura do arroz

A cultura do arroz como componente do sistema agrissilvipastoril da empresa produz em média 25 sacos ha^{-1} (de 60 kg cada), cuja cotação, de acordo com a Corretora de Mercadorias^{3/}, é de R\$ 27,00 sc^{-1} (máximo R\$ 32,00 e mínimo R\$ 27,00 por saco).

2.3.3 Produção da cultura da soja – grãos e óleo

Sabendo-se que o sistema agrissilvipastoril em estudo tem uma produção média de soja de 28 sacos ha^{-1} de grãos e que de acordo com a Agenda do Produtor Rural (2004) do Banco da Amazônia 1.000 kg de grãos de soja correspondem a 160 kg de óleo (160 g kg^{-1} de grãos), será possível obter a produção total de óleo nos vários sistemas estudados. O preço de cotação da soja considerado foi de R\$ 36,00 sc^{-1} (máximo R\$ 56,00 e mínimo R\$ 33,50), segundo Mercado da Soja^{4/}.

2.3.4 Produção de carne bovina

No sistema desenvolvido o ganho de peso é de 625 g $cab^{-1} dia^{-1}$, correspondendo a 16 arrobas no final do período de engorda, que normalmente é de dois anos. A cotação média do boi gordo vivo, segundo a corretora mencionada anteriormente, para o período de 19.8.2003 a 20.10.2004 é de R\$ 1,70 kg^{-1} (máximo R\$ 1,88 e mínimo R\$ 1,52 por kg).

2.4 Critérios de avaliação

2.4.1 Fluxos de caixa para os arranjos de SAF

Os fluxos de caixa, que representam as estimativas de entradas (receitas) e saídas (despesas) de recursos monetários em determinados projetos produtivos ao longo do tempo, são apresentados para cada arranjo, com atualizações às taxas de juros de 12 e 18% ao ano, seguindo o modelo de Silva et al. (2002). São incluídos nesses fluxos de caixa todos os custos oriundos das atividades desenvolvidas, de acordo com cada sistema ou arranjo, como: custos

^{2/} <http://www.cepea.esalq.usp.br> (11.10.2004).

^{3/} <http://www.clicmercado.com.br> - Cotação do arroz de 7.6.2004 a 20.10.2004.

^{4/} Disponível em: <<http://www.webrural.com.br/webrural/cotacoes/soja> - Cotação da Soja de 06/08/2003 a 20/10/2004>.

Quadro 1 – Biomassa de fuste de eucalipto em SAF, em Vazante-MG
Table 1 – Biomass from eucalyptus in SAF, in Vazante-MG

Biomassa (t hectare ⁻¹)	Idade (anos)						
	1	2	3	4	5	6	7
Fuste	2,00000	14,46714	30,26876	45,13662	58,24336	69,70238	80,14238

Fonte: adaptado de Tsukamoto Filho (2003).

de implantação e manutenção do eucalipto; custos de implantação, condução e colheita de arroz e soja; custos de formação e manutenção de pastagens; custos de insumos; custos de mão-de-obra; custos de aquisição de novilhos de corte; e custos anuais de depreciações relacionados à pecuária de corte. Também as receitas resultantes da comercialização dos produtos obtidos, como venda do arroz, da soja, do gado e do eucalipto, estão contidas nos fluxos de caixa.

Para realizar o estudo da análise da viabilidade dos arranjos, foram consideradas as taxas de juros como parâmetros de descontos dos benefícios líquidos no período: de 12% a.a., relativa ao artigo constitucional de remuneração de capital no País, Art. 192 parágrafo 3º da Constituição Federal do Brasil de 1988, e de 18% a.a., que é uma taxa que acompanha outras modalidades de investimentos como Letras de Câmbio, Fundos de Renda Fixa como RDB, CDB etc. O custo anual da terra de R\$ 60,00 ha⁻¹ ou R\$ 90,00 ha⁻¹, de acordo com a taxa de juros de 12 ou 18% a.a., respectivamente, foi adicionado aos custos anuais.

2.4.2 Ferramentas de análise de investimentos para os vários SAFs

Para avaliação do retorno econômico dos diferentes arranjos de SAF propostos, foram utilizados métodos de análise que apresentam indicadores a partir de estimativas sobre fluxo de caixa, como: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e razão benefício-custo (R B/C) (SILVA NETO, 1998; DOSSA, 2000; DUBÊ et al., 2000; SILVA et al., 2002).

2.5 Relação entre produção da soja (t ha⁻¹) e custo final de produção (R\$ litro⁻¹) para os diferentes SAFs estudados

Avaliar o custo final de produção dos óleos de soja para biodiesel em cada arranjo de SAF tornou-se uma tarefa difícil, já que ainda não se dispõe de informações que sirvam de parâmetros.

Para obtenção do custo final de produção do biodiesel (R\$ litro⁻¹), sem considerar os custos de extração e transesterificação do óleo, foram feitas algumas relações que incluíram a produção de grãos de soja (t ha⁻¹) e seus custos de produção (R\$ ha⁻¹), além da produção de óleo (litro ha⁻¹), correspondente a essa cultura. Dessa forma, obteve-se o custo bruto (R\$ litro⁻¹), que sofreu amortizações advindas da venda dos produtos de cada sistema (arroz, carne e madeira para cavaco), gerando o custo final para produção de grãos (R\$.ha⁻¹) e finalmente o custo do biodiesel (R\$ litro⁻¹) para cada sistema avaliado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção e receita bruta para os vários componentes e fluxos de caixa atualizados, por arranjo de sistema

3.1.1 SAF 1

No Quadro 2 está o resumo do arranjo de SAF 1, registrando a produção e a receita final por componente do sistema. Esse SAF

Quadro 2 – Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por hectare, para o SAF 1, em Vazante-MG

Table 2 – Production and final gross revenue of the agricultural and forest components per hectare, for SAF 1, in Vazante-MG

Discriminação dos Produtos	Unidade	Produção	Preço de Venda (R\$)	Receita Bruta (R\$)
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	30,27	59,52	1.801,67
Total				3.734,67

Fonte: resultados da pesquisa, 2004.

apresentou receita total bruta de R\$ 3.734,67 ha⁻¹ no final do ciclo, sendo cerca de 48% atribuída à produção de madeira para energia (32,27 t). O arroz, como componente agrícola, apresentou menor receita bruta por hectare (R\$ 675,00), correspondendo a 18% do sistema, entretanto entende-se que essa cultura, no início do sistema, não só acrescenta um ganho ao fluxo de caixa, mas também prepara o solo para receber a próxima cultura, melhorando consideravelmente as características do solo. Já a produção da soja foi mais bem representada que a do arroz no sistema, haja vista que cerca de 27% da receita total do sistema foi devido a essa cultura, que apesar de sua pouca produção (28 sacos de 60 kg ha⁻¹), se comparada às de monocultivos (acima de 30 sacos), traz benefícios econômicos ao sistema agroflorestal, somando receitas que atenuam os custos de implantação do eucalipto. Por outro lado, como matéria-prima para produção de biocombustível (biodiesel), o arranjo do SAF 1 poderá proporcionar aproximadamente 268,8 litros de óleo bruto de soja por hectare, ou receita de R\$ 242,46 ha⁻¹, se vendido a R\$ 0,902 L⁻¹. Os fluxos de caixa, representando as entradas e saídas anuais dos recursos atualizados às taxas de 12 e 18% a.a., durante o ciclo de produção de 3 anos para o SAF 1, estão na Figura 1.

No início do sistema, o eucalipto proporciona receita bruta de R\$ 250,00.ha⁻¹, computada não

como uma produção, e sim como um ganho com a venda da madeira nativa destocada da área, que poderá ser utilizada para energia. É um valor que não deve ser desprezado, haja vista as despesas serem altas nesse período de implantação do sistema (R\$ 1.577,92), minimizando o efeito negativo no fluxo. A cultura do arroz estabelecida no sistema somente por um ano, proporcionando receita bruta atualizada de R\$ 675,00.ha⁻¹, também confere alguns atributos positivos ao sistema, pois além de beneficiar o fluxo de caixa ainda proporciona efeito positivo no solo, melhorando suas qualidades, o que se reflete na próxima cultura a ser incorporada no sistema. A soja, como segundo componente agrícola introduzido no sistema, apresenta receita bruta atualizada a juros de 12% de R\$ 900,00 ha⁻¹ e a juros de 18% a.a. de

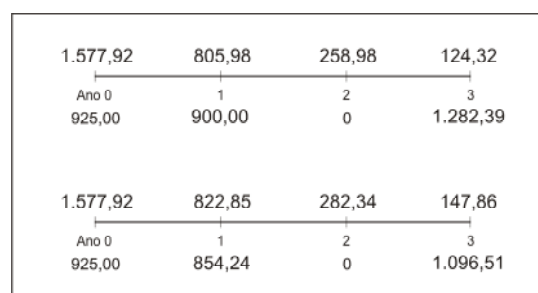


Figura 1 – Fluxos de caixa às taxas de 12 e 18% a.a. para o SAF 1, em Vazante-MG.

Figure 1 – Cash flows at rates of 12 and 18% a.a. for SAF 1, in Vazante-MG.

R\$ 854,24 ha⁻¹, oriunda da venda de 1.680 kg de grãos, proporcionando ao fluxo de caixa receitas líquidas atualizadas a 12 e 18% a.a. nesse período, de R\$ 94,02 ha⁻¹ e R\$ 31,39 ha⁻¹ respectivamente. Entretanto, no ano 2, como não houve nenhum acréscimo de receita, os fluxos de caixa comportaram-se negativamente em R\$ 817,88 ha⁻¹ e R\$ 903,87 ha⁻¹, o que foi superado no final do ciclo aos 3 anos, com a perspectiva da venda da madeira de eucalipto para energia, resultando em receitas brutas nesse período de R\$ 1.282,39 e R\$ 1.096,51, às taxas de desconto de 12 e 18% a.a., respectivamente.

3.1.2 SAF 2

Nesse arranjo de SAF, na tentativa de maximizar a receita, foi introduzida a cultura da soja por duas safras, o que logicamente proporcionou mais um ganho ao caixa. Restrição em relação à entrada de luz no sistema deverá ser minimizada com uma desrama bem planejada das árvores de eucalipto antes do plantio da soja (segunda safra). O Quadro 3 apresenta o demonstrativo da produção e receita do SAF, onde se observa umareceitatotal de R\$ 5.519,73, sendo a madeira de eucalipto responsável por 48,67% desse valor, com produção de 45,14 t de cavaco. A cultura da soja (nas duas safras) proporcionou ganho de 34,57% da receita bruta total do sistema, o que justifica que se forem avaliadas as causas do insucesso da segunda safra da soja no sistema^{iv} e se medidas forem tomadas para anular essas causas, a empresa terá muito a ganha, uma vez que a soja é uma cultura que tem mercado garantido para grãos, e para produção de óleo bruto para biocombustível já desponta com boas perspectivas. Nesse arranjo, a produção de 3.180 kg de soja poderá proporcionar a obtenção de 508,8 L hs⁻¹ de óleo bruto para biodiesel, representando uma receita de R\$ 458,94 ha⁻¹. A madeira de destoca representa 4,53% da receita (R\$ 250,00 ha⁻¹),

^{iv} A VM Agro, em um primeiro momento, não obteve bons resultados com a segunda safra da soja.

valor considerado não-desprezível nesse sistema, principalmente por antecipar as receitas no fluxo de caixa, amortizando, dessa forma, os inúmeros custos futuros. A Figura 2 apresenta os fluxos de caixa atualizados às taxas de juros de 12 e 18% a.a. desse arranjo, demonstrando que no ano 1 a soja proporcionou receitas líquidas atualizadas positivas às duas taxas de juros estudadas, mas no ano 2 a entrada de valores pela venda da soja não foi suficiente para manter o fluxo positivo, se for considerada uma queda de cerca de 11% na produção da soja em relação à obtida no primeiro ano, em função da menor entrada de luz no sistema.

Em relação ao ano 3, com ausência de culturas anuais, ocorrem apenas custos de manutenção do eucalipto, o que ocasionou um fluxo líquido também negativo nesse período. No final dos quatro anos, a receita superou os custos em 17 e 8%.

3.1.3 SAF 3

O SAF 3, que possui um novo componente no sistema (gado), eleva a receita bruta em 7,34% (R\$ 408,00 ha⁻¹) com a venda do animal gordo. No Quadro 4 estão os valores das receitas brutas por hectare dos produtos discriminados. Como se espera em todos os arranjos, aqui também a madeira representa a maior parte da receita bruta por hectare (cerca de 60%), propiciando uma produção de 58,24 toneladas de biomassa por hectare para energia.

Por outro lado, com uma estimativa de produção da soja de 1.680 kg ha⁻¹ de grãos será possível obter 268,8 kg ha⁻¹ de óleo utilizável como matéria-prima para o biocombustível, o que beneficiará a empresa se for utilizado para sua própria manutenção.

Por meio dos fluxos de caixa desse arranjo (Figura 3), observa-se que por três anos (anos 2, 3 e 4) esse arranjo apresentou receita líquida negativa, devido à ausência de culturas agrícolas anuais nesses períodos, sem, contudo, deixar de investir na manutenção do eucalipto,

Quadro 3 – Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por hectare, para o SAF 2, esperadas em Vazante-MG

Table 3 – Production and final gross revenue of the agricultural and forest components per hectare, for SAF 2, in Vazante-MG

Discriminação dos Produtos	Unidade	Produção	Preço de Venda (R\$)	Receita Bruta (R\$)
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Soja	kg	1.500	0,60	900,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	45,14	59,22	2.686,73
Total				5.519,73

Fonte: resultados da pesquisa, 2004.

Quadro 4 – Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por hectare, para o SAF 3, esperadas em Vazante-MG

Table 4 – Production and final gross revenue of the agricultural and forest components per hectare, for SAF 3, in Vazante-MG

Discriminação dos Produtos	Unidade	Produção	Preço de Venda (R\$)	Receita Bruta (R\$)
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	58,24	59,52	3.466,44
Total				5.807,44

Fonte: resultados da pesquisa, 2004.

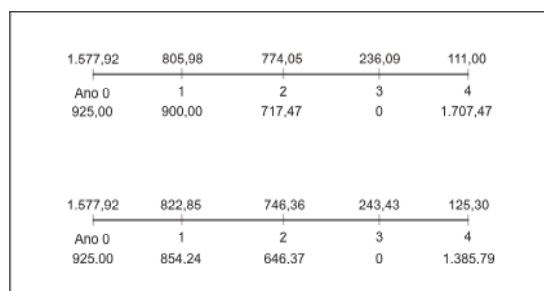


Figura 2 – Fluxos de caixa às taxas de 12 e 18% a.a. para o SAF 2, em Vazante-MG.

Figure 2 – Cash flows at rates of 12 and 18% a.a. for SAF 2, in Vazante-MG.

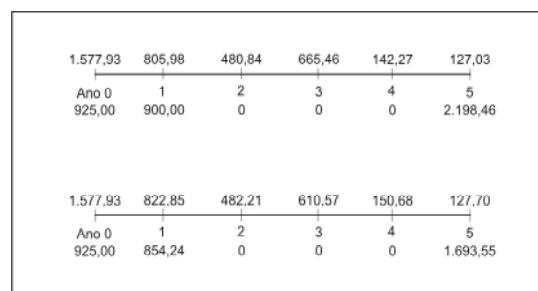


Figura 3 – Fluxos de caixa às taxas de 12 e 18% a.a. para o SAF 3, em Vazante-MG.

Figure 3 – Cash flows at rates of 12 and 18% a.a. for SAF 3, in Vazante-MG.

na implantação da pastagem e na aquisição de novilhos para engorda, ocasionando custos incidentes no fluxo de caixa do sistema.

Nota-se ainda que no final do ciclo de 5 anos, além da receita com a venda da madeira para produção de energia, há um acréscimo na receita atualizada às taxas de 12 e 18% a.a., com a venda do gado gordo, totalizando R\$ 2.198,46 ha⁻¹ e R\$ 1.693,55 ha⁻¹, respectivamente. Ressalta-se que a rentabilidade econômica desse arranjo foi positiva ao se utilizar a taxa de desconto de 12% a.a. e negativa à taxa de 18% a.a., apesar da introdução do gado no sistema e da valorização do eucalipto no mercado consumidor.

3.1.4 SAF 4

No arranjo de SAF 4, que se caracteriza por apresentar componentes como arroz, soja, gado e eucalipto, com ciclo de corte de 6 anos, o novilho que é colocado no pasto a partir do fim do ano 5 tem apenas um ano para engordar, mas apresenta um ganho de receita (R\$ 204,00 ha⁻¹) que poderá ser benéfico ao sistema, como visto no Quadro 5, que traz o resumo das receitas brutas por hectare dos vários produtos obtidos no SAF 4. Verifica-se que a madeira representa, nesse sistema, cerca de

62% da receita total, seguida da soja (15,06%). O arroz e o gado trazem receitas menores, mas que podem ser consideradas significativas ao se avaliar o sistema como um todo.

Os fluxos do SAF 4 (Figura 4) retratam os custos atualizados da empresa com todas as atividades do sistema, custos esses presentes em todos os anos, independentemente das receitas. Enquanto o gado está no pasto, o eucalipto é mantido com tratamentos silviculturais e os retornos financeiros com a venda do animal só ocorrem nos anos 5 e 6, ocasionando um déficit nos anos 2, 3 e 4. Constata-se ainda pelo fluxo de caixa à taxa de 12% a.a. um saldo positivo

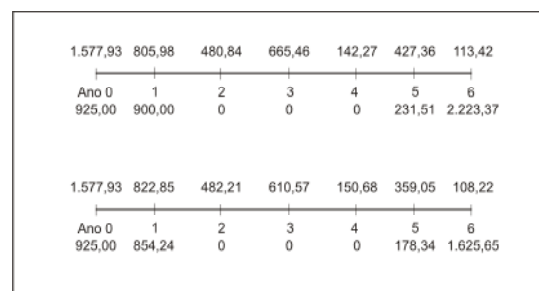


Figura 4 – Fluxos de caixa às taxas de 12 e 18% a.a. para o SAF 4, em Vazante-MG.
Figure 4 – Cash flows at rates of 12 and 18% a.a. for SAF 4, in Vazante-MG.

Quadro 5 – Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por hectare, para o SAF 4, esperadas em Vazante-MG

Table 5 – Production and final gross revenue of the agricultural and forest components per hectare, for SAF 4, in Vazante-MG

Discriminação dos Produtos	Unidade	Produção	Preço de venda (R\$)	Receita Bruta (R\$)
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Carne bovina	@	8	25,50	204,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	69,70	59,52	4.148,54
Total				6.693,54

Fonte: resultados da pesquisa, 2004.

no final do sistema, porém esse se torna inviável ao utilizar a taxa de desconto de 18% a.a.

3.1.5 SAF 5/1 E SAF 5/2

De acordo com o Quadro 6, o SAF 5/1 apresenta receita bruta para a soja correspondente a 13,41% da receita bruta total do sistema (R\$ 7.518,98), para o arroz cerca de 9% e para o boi gordo 10,85%. Apesar da baixa produção da soja (1.680 kg ha⁻¹) em relação aos plantios solteiros, que chegam a produzir até 3.500 kg de grãos em condições favoráveis, nesse sistema ela tem importância muito grande não só pela receita razoável antecipada no fluxo de caixa, mas pelo benefício que traz ao solo, quando bem conduzida. Por outro lado, o eucalipto aos 7 anos apresenta produção de 80,14 t de biomassa, que poderá ser transformada em cavaco, provocando uma receita de R\$ 4.796,96, ou cerca de 63% da receita total bruta.

Pela Figura 5, constata-se que os fluxos de caixa atualizados às taxas de desconto de 12 e 18% a.a. para o SAF 5/1 mostram que as receitas líquidas são positivas apenas nos anos 1 e 7, caracterizando a soja como um componente de destaque no sistema, assim como o eucalipto para produção de cavaco no final do ciclo. As demais receitas advindas da venda

do arroz e do gado gordo não devem ser menosprezadas, haja vista serem importantes para minimizar os custos do sistema. Além disso, a cultura do arroz tem sua parcela de contribuição no sistema, pela melhoria de traz ao solo, apesar de sua receita líquida atualizada não superar os custos do sistema.

O SAF 5/2, em particular, que detém duas safras de soja, duas vendas de gado (aos 5 e 7 anos) e produção de madeira para energia, apresenta receita bruta no final dos 7 anos de R\$ 7.743,93, correspondente a 24,63% oriunda da venda da soja, 10,53% pela venda do boi gordo e 61,6% proveniente da madeira para

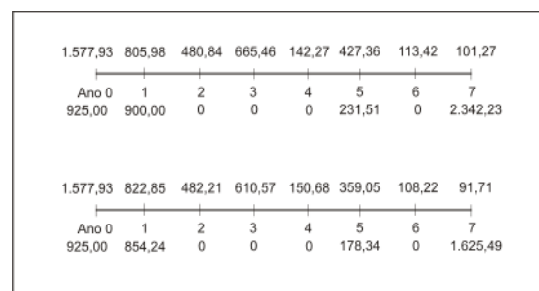


Figura 5 – Fluxos de caixa às taxas de 12 e 18% a.a. para o SAF 5/1, em Vazante-MG.
Figure 5 – Cash flows at rates of 12 and 18% a.a. for SAF 5/1, in Vazante-MG.

Quadro 6 – Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal, para o SAF 5/1, esperadas em Vazante-MG

Table 6 – Production and final gross revenue of the agricultural and forest components per hectare, for SAF 5/1, in Vazante-MG

Discriminação dos Produtos	Unidade	Produção	Preço de Venda (R\$)	Receita Bruta (R\$)
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1680	0,60	1.008,00
Carne bovina	@	16,00	25,50	408,00
Carne bovina	@	16,00	25,50	408,00
Madeira da destoca	M ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	T	80,14	59,52	4.769,96
Total				7.518,96

Fonte: resultados da pesquisa, 2004.

produção de cavaco (Quadro 7). Na Figura 6, constata-se que o SAF 5/2 garante entradas no fluxo de caixa em vários períodos (anos zero, 1, 5 e 7), proporcionando amortização dos custos, principalmente no início do sistema, os quais são maiores devido ao preparo da área e plantio do eucalipto. Contudo, as receitas líquidas atualizadas às taxas de juros de 12 e 18% a.a. no ano 5 foram negativas, ou seja, o ganho com a venda do gado gordo não superou as despesas nesse período. Assim, a maior responsável pelo resultado positivo é a madeira de eucalipto, que aos 7 anos propicia uma receita atualizada de R\$ 2.342,23 ha⁻¹ a 12% a.a. e de R\$ 1.625,49 ha⁻¹ e 18% a.a.

3.2 Valor presente líquido (VPL), relação benefício-custo (B/C) e taxa interna de retorno (TIR) por SAF

O Quadro 8 apresenta os valores obtidos para VPL, B/C e TIR para cada arranjo de SAF avaliado, a taxas de juros de 12 e 18% a.a.

Verifica-se que todos os sistemas apresentaram valores positivos de VPL sob a taxa de 12% a.a., enquanto a 18% apenas os SAF 1 e 2 mostraram viabilidade por esse critério. O

VPL do SAF 2 de R\$ 744,89, por exemplo, pode ser interpretado como sendo o valor atual dos benefícios gerados pelo projeto, depois de todas as despesas pagas. A relação B/C para o mesmo arranjo do SAF 2 produz retorno financeiro de R\$1,21 a cada R\$1,00 investido, indicando viabilidade econômica. Quanto à TIR, o comportamento foi semelhante ao dos demais critérios, mostrando que os valores para os SAF 1 e SAF 2, à taxa de 12% a.a., acenam viabilidade econômica, por serem maiores que a taxa de juros, o que reflete o custo de oportunidade de capital, no caso a taxa de juros a longo prazo (TJLP = 12%).

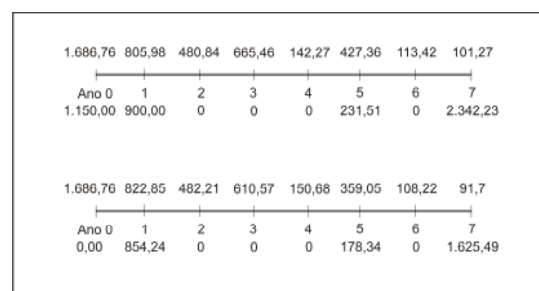


Figura 6 – Fluxos de caixa às taxas de 12 e 18% a.a. para o SAF 5/2, em Vazante-MG.
Figure 6 – Cash flows at rates of 12 and 18% a.a. for SAF 5/2, in Vazante-MG.

Quadro 7 – Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas, florestal e animal, para o SAF 5/2, esperadas em Vazante-MG

Table 7 – Production and final gross revenue of the agricultural and forest components per hectare, for SAF 5/2, in Vazante-MG

Discriminação dos Produtos	Unidade	Produção	Preço de Venda (R\$)	Receita Bruta (R\$)
Soja	kg	1.500	0,60	900,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	T	80,14	59,52	4.769,93
Total				7.743,93

Fonte: resultados da pesquisa, 2004.

Quadro 8 – Valor presente líquido (VPL), relação benefício-custo (B/C) e taxa interna de retorno (TIR) por SAF, em Vazante-MG

Table 8 – Net present value (NPV), benefit/cost ratio (B/C R) and internal return rate (IRR) in SAF, in Vazante-MG

Arranjo de SAF	VPL (R\$ ha ⁻¹)		B/C		TIR (% a.a.)	
	12%	18%	12%	18%	12%	18%
SAF 1	340,18	44,76	1,12	1,02	14,68	2,11
SAF 2	744,89	295,50	1,21	1,08	20,89	8,87
SAF 3	223,96	-299,16	1,06	0,92	3,68	-5,42
SAF 4	66,63	-528,30	1,02	0,87	0,85	-7,54
SAF 5/1	84,22	-620,17	1,02	0,85	0,83	-7,12
SAF 5/2	200,40	-504,00	1,04	0,88	3,38	-6,14

Fonte: resultados da pesquisa, 2004.

3.3 Relação entre produção da soja (t ha⁻¹) e custo final de produção (R\$ litro⁻¹) para os diferentes SAFs estudados

O custo final da produção de grãos e de óleo de soja para biodiesel para cada arranjo de SAF foi de difícil obtenção, haja vista a indisponibilidade de informações no campo do biodiesel que pudessem dar suporte à pesquisa. Apesar disso, foi possível obter respostas preliminares, que poderão servir de apoio para inferências em futuros trabalhos que tratem da produção de biodiesel em SAF.

No Quadro 9 estão os resultados encontrados da relação entre a produção de grãos e a de óleo bruto para biodiesel, bem como dos custos de produção da cultura agrícola soja nos diferentes SAFs estudados. Percebe-se que o SAF 1 apresentou custo bruto de produção de R\$ 2,13 por litro e custo líquido de produção de R\$ 0,52 por litro, considerando as amortizações feitas com as receitas líquidas atualizadas, obtidas com o arroz e o eucalipto, sem considerar os custos de extração e transesterificação do óleo. Isso significa que, nesse ponto, o óleo poderá ser vendido por no mínimo R\$0,52 o litro, garantindo assim a economicidade do sistema. No caso do SAF 2, esse valor caiu para R\$0,40, valor este amenizado com a venda da madeira, apesar dos custos altos nas duas safras de soja.

Ao avaliar o SAF 3, verifica-se que seu valor foi totalmente amortizado com a venda de seus produtos. O SAF 5/2 tornou-se inviável com a introdução de duas safras de soja no sistema.

4 CONCLUSÃO

Neste estudo analisou-se a viabilidade de uso de sistemas agroflorestais, visando principalmente a produção de biomassa de *Eucalyptus* sp. para produção de energia e da oleaginosa soja, como matéria-prima para biodiesel. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se:

1. Todos os SAFs apresentaram custos e receitas crescentes, proporcionais à sua duração ou rotação e em função de seus componentes.
2. Os SAFs estudados apresentaram fluxos de caixa com saldos positivos, o que significa que essa modalidade de uso alternativo do solo em Vazante-MG pode ser aplicada com lucratividade, à taxa de juros de 12% a.a.
3. Por meio dos critérios econômicos VPL, foram obtidos como resultados: VPL positivos à taxa de juros de 12% a.a. do SAF 1 ao SAF 5 e à taxa de 18% VPL positivos apenas para o SAF 1 e o SAF 2, apresentando valores negativos para os demais.

Quadro 9 – Relação da produção de grãos para óleo bruto para biodiesel e custos de produção da cultura agrícola soja nos diferentes sistemas agroflorestais testados para Vazante-MG

Table 9 - Relation of grain production for crude oil for oil to biodiesel and soybean production costs in the different agro-forest systems tested for Vazante-MG

Sistemas SAF	Culturas Agrícolas	Prod. Grãos (t ha ⁻¹)	Custo Prod. (R\$ ha ⁻¹)	Prod. Biod. (L ha ⁻¹)	Custo Bruto (R\$ L ⁻¹)	Amortizações (R\$ ha ⁻¹)			Custo Final Prod. Grãos (R\$. ha ⁻¹)	Custo Final* Produção (R\$.litro ⁻¹)
						Arroz	Carne	Madeira		
SAF 1	Soja	1,68	572,42	268,80	2,13	137,72	-	295,06	(+)139,64	(+)0,52
SAF 2	Soja	3,18	1.083,51	508,80	2,13	137,72	-	701,91	(+)243,88	(+)0,48
SAF 3	Soja	1,68	572,42	268,80	2,13	137,72	(-)478,91	1.047,50	(-)46,76	(-)0,17
SAF 4	Soja	1,68	572,42	268,80	2,13	137,72	(-)700,82	1.279,75	(-)144,23	(-)0,54
SAF 5/1	Soja	1,68	572,42	268,80	2,13	137,72	(-)641,87	1.047,50	(+)29,07	(+)0,11
SAF 5/2	Soja	3,18	1.083,51	508,80	2,13	-	(-)641,87	1.047,50	(+)677,01	(+)1,33

* Relação grãos/óleo para biodiesel:

Fonte: resultados da pesquisa, 2004.

Informações Complementares.

Soja – 1.000 kg/160 l (16%) – Fonte: Agenda do Produtor Rural (2004).

Girassol – 1.000 kg/400 l (40%) – Fonte: Biocombustível (2004).

* Os custos finais se referem apenas à produção de grãos, convertidos para óleo bruto, não sendo incluídos os custos de beneficiamento e industrialização.

SAF 5/1 - sistema com ciclo de corte de 4 anos com uma safra de arroz e outra de soja.

SAF 5/2 - sistema com ciclo de corte de 4 anos com duas safras de soja.

4. Quanto aos critérios TIR e B/C, os resultados foram semelhantes em relação às taxas de 12 e 18% a.a, ou seja, TIR maior que a taxa mínima de atratividade, razões B/C maiores que a unidade, nas mesmas situações do critério anterior, concluindo-se que principalmente os arranjos do SAF 1 e do SAF 2 podem ser utilizados como sistemas de produção viáveis, garantindo o retorno financeiro do investimento.

5. Pela relação custo dos grãos/produção de óleo, o SAF 3 e o SAF 4 mostraram viabilidade pelas amortizações, por meio das receitas dos componentes arroz, carne e madeira, dos custos de produção do óleo, sem a transesterificação.

6. O eucalipto para produção de biomassa florestal para energia foi fundamental para que alguns sistemas indicassem viabilidade econômica.

7. O componente animal nos SAFs em que foi introduzido apresentou receitas inferiores

aos custos de produção, em razão de os ciclos dos sistemas (5, 6 e 7 anos) não serem suficientes para garantir a amortização dos investimentos iniciais de infra-estrutura. Assim, espera-se lucratividade desse componente em sistemas que apresentem ciclos de produção mais longos.

REFERÊNCIAS

COUTO, L.; BARROS, N. F.; REZENDE, G. C. Interplanting soybean with eucalypt as a 2-tier agroforestry venture in southeastern Brazil. *Aust. For. Res.*, v. 12, p. 329-332, 1982.

DANIEL, O. **Definição de Indicadores de Sustentabilidade para Sistemas Agroflorestais**. 2000. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

DOSSA, D. **A decisão econômica num sistema agroflorestal**. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. 24 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 39).

- 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.** 1999. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- FERRARI, R. A. et al. Biodiesel etílico de óleo de soja e girassol. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 3, p. 265-271, 2004.
- FERREIRA NETO, P. S. **Comportamento Inicial do *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden em Plantio Consorciado com Leguminosas na Região do Médio Rio Doce, Minas Gerais.** 1994. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.
- MARQUES, L. C. T. **Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu em Paragominas, Pará.** 1990. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1990.
- PASSOS, C. A. M. **Sistemas Agroflorestais com eucalipto para uso em programas de fomento florestal, na região de Divinópolis, MG.** 1996. 146 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.
- RODIGHERI, H. R. Rentabilidade econômica comparativa entre Plantios florestais, sistemas agroflorestais e cultivos agrícolas. In: GALVÃO, P. M. (Org.) **Reflorestamentos de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. p. 323-332.
- SILVA, L. G. T.; SILVA, B. N. R. **Indicadores ambientais na avaliação de sistemas de uso da terra.** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 22 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 135).
- SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 178 p.
- SILVA NETO, A. L. **Tópicos especiais em avaliação financeira de projetos.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 23 p. (Cadernos Didáticos, 47).
- TSUKAMOTO FILHO, A. A. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal com toona (*Toona ciliata* M. Roem.) e cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. catuai) implantado na região da Zona da Mata de Minas Gerais: um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...** Viçosa, MG: 2000.
- TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Fixação do carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do cerrado em Minas Gerais.** 2003. 98 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- VALE, R. S. et al. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto em sistema agroflorestal. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, p. 285-297, 2002.