

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica

*Lucilia Maria Parron
Junior Ruiz Garcia
Edilson Batista de Oliveira
George Gardner Brown
Rachel Bardy Prado
Editores Técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2015

Metodologia para análise da viabilidade financeira e valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais

Marcelo Francia Arco-Verde, George Corrêa Amaro

Resumo: a Análise Financeira (AF) examina os custos e benefícios em função dos preços de mercado e determina suas relações com os diferentes indicadores financeiros. O valor econômico de um bem (serviço, produto, processo) é estabelecido pela interação das percepções dos indivíduos a respeito de sua utilidade, determinando os preços como indicativos dessa utilidade, resultantes da oferta e demanda dos bens, e as quantidades de equilíbrio. Por meio da valoração do custo de reposição de solo e de água, de acordo com os coeficientes técnicos utilizados na avaliação financeira do sistema, pode-se comparar diversos sistemas de produção e estimar o valor dos serviços ambientais (externalidades positivas) da adoção de um novo sistema, com base na diferença dos custos. A metodologia proposta para realizar a AF indica a necessidade de definir o período de análise, o tamanho da área de estudo, a taxa de juros e o fluxo de custos e receitas. Os principais critérios para a AF são: definir os critérios de decisão; a rentabilidade financeira; as opções de logística; e identificar as políticas de incentivos. Os resultados indicaram a viabilidade financeira dos sistemas agroflorestais, avaliados por 20 anos, com taxa de juros de 4%, onde foram obtidos os seguintes indicadores financeiros: valor presente líquido (VPL) de R\$ 83.276,50; valor anualizado equivalente (VAE) de R\$ 6.127,63; relação benefício custo (RB/C) de 3,7; taxa interna de retorno (TIR) de 35,40%; e tempo de retorno do investimento (TRI) de 5,4 anos.

Palavras-chave: planejamento, custos, receitas, fluxo de caixa, coeficientes técnicos, indicadores financeiros.

Methodology for analyze of financial availability and valuation of environmental services in agroforestry systems

Abstract: *The Financial Analysis (AF) examines the costs and benefits on the basis of market prices and determines its relations with the various financial indicators. The economic value of a good (service, product, process) is established by the interaction of the perceptions of individuals with respect to their usefulness, determining the prices as indicative of this usefulness, resulting from the supply and demand of goods, and the quantities of balance. Through the valuation of the replacement cost of soil and water, according to the technical coefficients used in the financial evaluation of the system, you can compare different production systems and estimate the value of environmental services (positive externalities) the adoption of a new system, on the basis of the difference in costs. The proposed methodology to perform the AF indicates the need to define the period of analysis, the size of the study area, the interest rate and the flow of costs and revenues. The main criteria for the AF are: define the criteria of decision; the financial profitability; the options of logistics; and identify the incentive policies. The results indicated the financial viability of agroforestry systems, evaluated for 20 years, with interest rate of 4 %, where were obtained the following financial indicators: Net Present Value (NPV) of R\$ 83,276,50; Annualized Value Equivalent (AVE) of R\$ 6,127,63; The Benefit Cost (RB/C) of 3.7; Internal Rate of Return (TIR) of 35,40 %; and Time of Return on Investment (TRI) of 5.4 years.*

Keywords: *planning, costs, revenues, cash flow, technical coefficients, financial indicators.*

1. Introdução

As pesquisas com sistemas agroflorestais (SAFs) vêm enfatizando, principalmente, os aspectos biofísicos, deixando uma lacuna sobre os temas econômicos. Nesse contexto, é importante ampliar os estudos sobre aspectos financeiros como forma de aumentar a aceitabilidade dos sistemas agroflorestais (SAFs) pelos produtores e definir parâmetros que possam respaldar os diferentes modelos agroflorestais propostos.

Para o planejamento e avaliação de tecnologias agroflorestais, deve-se conhecer um conjunto de práticas de manejo, considerando os seguintes aspectos: definição dos sistemas de produção de acordo com o perfil e características dos produtores rurais aos quais se destinam; definição dos objetivos e funções que a tecnologia deverá cumprir; descrição dos componentes e requerimentos demandados pela tecnologia, assim como do método de implantação e regime de manejo a serem seguidos pelos agricultores; e estimativa de produção e serviços ambientais sob condições favoráveis e desfavoráveis.

Os sistemas agroflorestais, na medida em que representam atividades sustentáveis de uso da terra, adequam-se precisamente à estratégia e prioridade do desenvolvimento equilibrado. Desta maneira, as tecnologias agroflorestais são ferramentas promissoras para melhorar o bem-estar da população rural; conservar os recursos naturais; contribuir para a redução da taxa de desflorestamento; e manter a integridade das bacias hidrográficas e a estabilidade do clima. Potencializam também oportunidades significativas para a segurança alimentar com a oferta de múltiplos produtos e serviços, favorecendo ainda o ingresso de renda adicional para as propriedades rurais.

Produtos oriundos de SAFs possuem características tanto de bens privados (podem ser comercializados) quanto de bens públicos (serviços ambientais, por exemplo), sendo que estes últimos não são remunerados pelo mercado, o que pode ser decisivo para a adoção ou para a transição desses para sistemas de produção. A implantação de SAFs, pode reduzir os impactos ambientais da atividade agropecuária no Brasil e diminuir o avanço das fronteiras produtivas.

O problema inerente, entretanto, é que, mesmo sendo considerada a multifuncionalidade da atividade agropecuária (produção conjunta de commodities e

serviços ambientais), o mercado não consegue incorporar o benefício social gerado pelas externalidades positivas com características de bens públicos impuros¹, produzidas conjuntamente à atividade agrícola a partir da adoção de SAFs.

A análise financeira (AF) examina os custos e benefícios em função dos preços de mercado e determina suas relações com os diferentes indicadores, permitindo refletir a possível viabilidade de um empreendimento ou projeto (MENDES, 2004; SANTOS et al., 2002). Desta forma, ao realizar a AF, o investidor é informado sobre quando e quanto deve investir ou receber de um projeto sob a forma de ingressos, podendo mensurar quando serão realizadas as atividades produtivas e o fluxo real de custos e ingressos durante o período da análise e o balanço final do investimento.

Este trabalho visa apresentar a metodologia para análise da viabilidade financeira e da valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais.

2. Descrição do sistema agroflorestal

A base dos dados foi obtida nos trabalhos de pesquisa conduzidos no campo experimental Confiança, pertencente à Embrapa Roraima, localizado entre as coordenadas 02° 15' 00" N e 60° 39' 54" W, a 90 km de Boa Vista, RR. Esta área apresenta vegetação de floresta e clima Ami (Köppen), caracterizado como tropical chuvoso com nítida estação seca, temperatura média anual variando entre 26 a 29 °C e amplitude térmica inferior a 5 °C entre as médias do mês mais quente e do mês mais frio. A precipitação pluvial está entre 1.795 e 2.385 mm ano⁻¹, com período chuvoso compreendido entre os meses de maio, junho e julho, representando mais de 55% do total de precipitação (MOURÃO JUNIOR et al., 2003).

O solo é classificado como tipo argissolo, constituído por material mineral que tem como características argila de atividade baixa e horizonte B textural (SISTEMA..., 1999).

O modelo agrossilvicultural é composto por espécies intercaladas com distribuição regular por unidade de área, com espaçamento geral de 3 m x 2 m, onde cada parcela de 48 m x 48 m ocupou uma área de 2.304 m².

O modelo agrossilvicultural foi composto por culturas anuais (arroz, milho, soja, feijão caupi (*Vigna* sp.) e

¹ Onde as características de não rivalidade de consumo e de não exclusividade não estão presentes.

mandioca), bananeira, ingá-de-metro, gliricídia (*Gliricidia sepium*), cupuaçuzeiro, pupunheira, castanha-do-brasil e cupiúba (*Goupia glabra*) (ARCO-VERDE et al., 1999, 2000).

As culturas anuais (arroz, milho, soja e mandioca) foram consideradas para segurança alimentar dos agricultores (autoconsumo). No início dos estudos, em 1995, pensava-se comercializar tanto os frutos como o palmito das pupunheiras. Entretanto, a produção do palmito não ocorreu devido à ação de animais, principalmente de macacos-prego (*Cebus apella*) e cutias (*Dasyprocta aguti*), que usam as plantas tanto para suporte de passagem, quebrando-as muitas vezes, como para sua alimentação. A ação da fauna local também prejudicou a produção do cupuaçuzeiro, mas com menor intensidade.

As duas espécies plantadas para aumentar a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes dos SAFs, *Inga edulis* e *Gliricidia sepium*, foram podadas anualmente e a biomassa resultante foi distribuída nas linhas de plantio, favorecendo as demais espécies do sistema. Os principais benefícios decorrentes desta prática foram a manutenção da umidade do solo por um maior período, a diminuição do aparecimento das plantas oportunistas e a melhoria da fertilidade do solo.

A castanha-do-brasil foi considerada principalmente pela produção de frutos e, também, pelo elevado preço de sua madeira. A escolha do cupuaçu baseia-se na sua característica de produção contínua de frutos e no alto valor agregado da polpa (ARCO-VERDE, 2008). A banana, voltada fundamentalmente para o mercado, além de oferecer as condições de sombreamento necessárias ao estabelecimento do cupuaçu, otimiza o uso do solo e apresenta rápido retorno financeiro (menos de um ano).

O modelo formulado considerou a inclusão de uma faixa permanente para o plantio continuado de culturas anuais (FaCA), conforme proposto por Arco-Verde (2008), correspondendo a 10% de um ha (1.000 m²), com 10 m de largura e 100 m de comprimento, onde serão mantidos os cultivos de mandioca e milho, sem a presença das demais espécies do SAF, em uma densidade superior àquela utilizada na combinação com as outras espécies.

A distribuição espacial das espécies pode ser observada através das Figuras 1, 2 e 3 (sem escala para o milho), onde foi representado um módulo do sistema, que pode ser replicado até que a área desejada seja alcançada. A disposição das culturas anuais na faixa dedicada é

apresentada na Figura 4 (sem escala), de forma a permitir a visualização do consórcio proposto entre a mandioca e o milho.

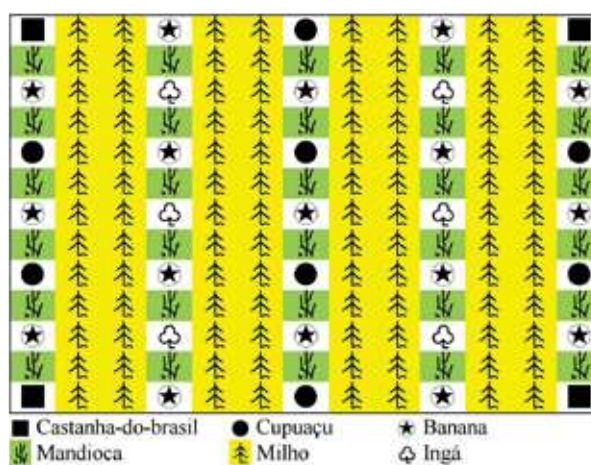


Figura 1. Composição de um módulo do SAF proposto, no 2º. ano após implantação.

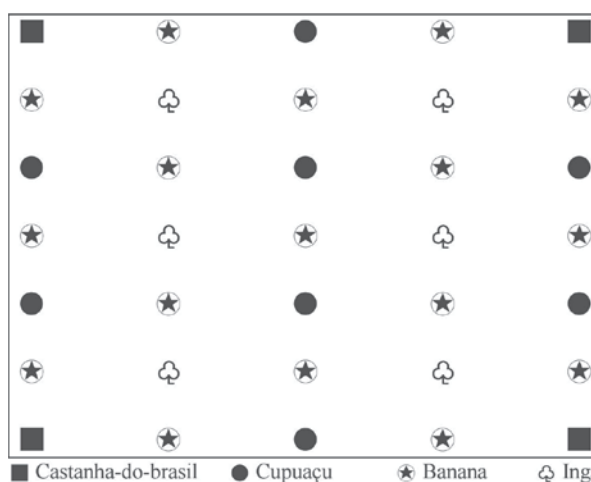


Figura 2. Composição de um módulo do SAF proposto, no 5º. ano após implantação.

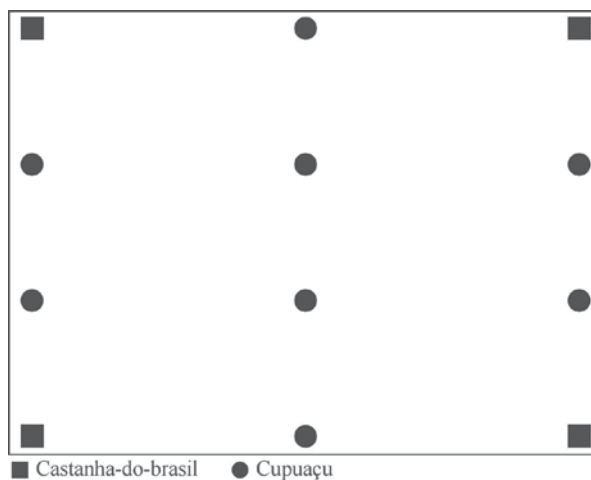


Figura 3. Composição de um módulo do SAF proposto, a partir do 7º ano após implantação.

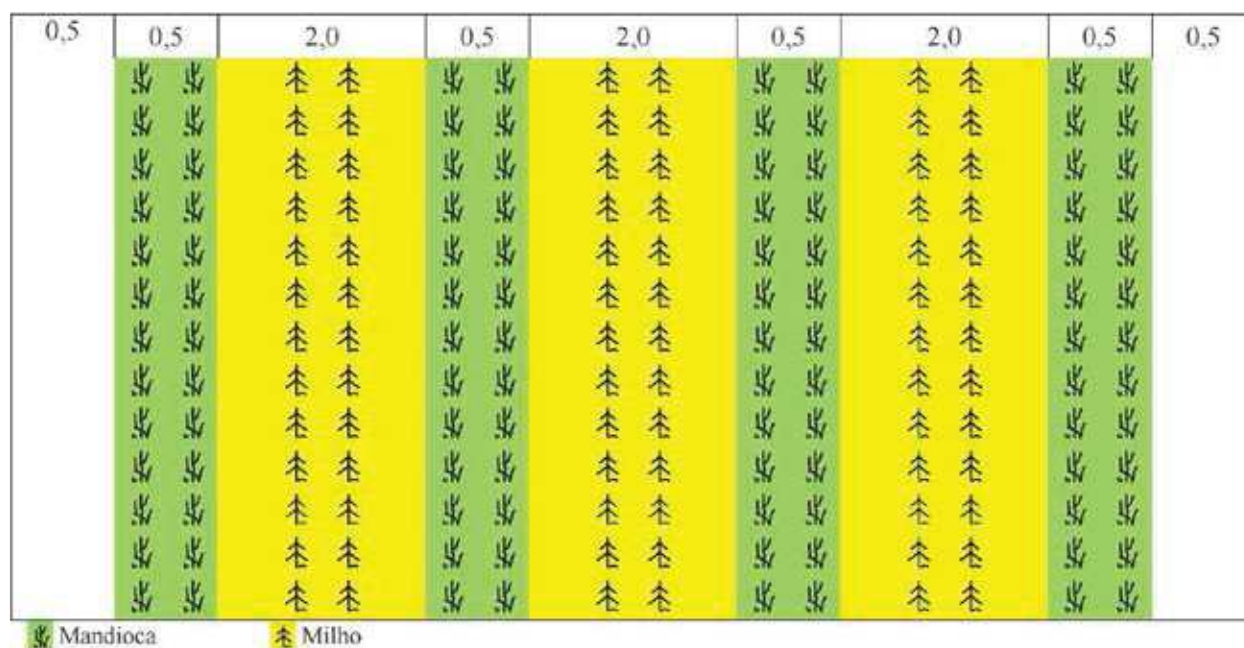


Figura 4. Composição da faixa permanente para culturas anuais, no sistema proposto.

O sistema agrossilvicultural apresentado parte de algumas premissas básicas que levaram em consideração, principalmente, o fato de que a produção objetiva o mercado e a segurança alimentar e de que se deve desenvolver o potencial produtivo das espécies selecionadas, com as tecnologias produtivas disponíveis, sem uso do fogo.

3. Critérios para a elaboração da análise financeira

1. Estabelecer critérios de decisão de acordo com as possibilidades do produtor e a realidade local. Ao avaliar a AF, o produtor identifica os diferentes custos das atividades assim como o tempo de retorno do investimento, permitindo, caso necessário, alterar (incluir ou excluir) espécies, formas de preparo de área, tipos de insumos ou equipamentos que seriam usados (BAQUERO, 1986).
2. Definir a rentabilidade financeira do projeto, já que ao comparar os resultados da AF com outros investimentos o produtor tem opções para escolher qual a atividade é mais rentável (CASTILLO, 2000).
3. Avaliar as opções de manejo do projeto, sendo possível planejar a contratação de mão de obra, indicando a época do ano e o número de trabalhadores necessários para realizar as práticas de manejo das culturas como: preparo de solo, desbastes, podas e coroamentos (SANTOS et al., 2002).
4. Identificar e definir as políticas de incentivos, considerando-se que a AF apresenta dados² às instituições financiadoras

para abertura de linhas de crédito para implantar sistemas agroflorestais (NAIR, 1993).

O proponente deve estar ciente de que a elaboração de um projeto é o estágio inicial da execução de uma dada atividade de interesse e que esta atividade sempre deve ter um objetivo definido, ou pelo menos estimado. Deste modo, algumas questões devem ser respondidas, desde o momento da confecção do projeto, com a finalidade de que o proponente não se desvie de seus objetivos (BAQUERO, 1986; KRISHNAMURTHI; ÁVILA, 1999; NAIR, 1993).

A seguir são apresentados **questionamentos básicos** que devem ser considerados na elaboração de um projeto agroflorestal:

1. Quais as características do local onde será implantado o projeto com as espécies selecionadas? Conhecer e adequar as características edafo-climáticas do local onde será implantado o projeto agroflorestal (solos, declividade, temperatura, precipitação, altitude, luminosidade) com as necessidades ecofisiológicas das espécies selecionadas (ciclo de vida, ritmo de crescimento, necessidades nutricionais, água, luz, temperatura, alelopatia, características morfológicas (ARCO-VERDE, 2008).

2. O que será produzido? Respostas vagas como árvores frutíferas ou espécies madeiráveis não são desejáveis, já que o espectro de espécies é amplo e algumas destas podem não ser adaptadas ou adaptáveis à região-alvo do projeto. Resgatar experiências relatadas na literatura ou obtidas de maneira

² Custos de implantação e manutenção dos SAFs e o tempo de retorno do investimento indicam a capacidade de pagamento do agricultor e o tempo necessário para que isto ocorra.

participativa são fundamentais para a redução ou eliminação de erros primários na confecção e execução de um projeto. Muitos produtores já realizam práticas agroflorestais exitosas sem que a pesquisa tenha registrado ou acompanhado tais experiências e, nestes casos, deve-se considerar tais experiências.

3. Qual a finalidade? Sem uma finalidade específica, mensurável, é muito difícil traçar metas e fornecer indicadores de viabilidade e aferidores de cumprimento destas metas. Respostas como: aumento de renda, geração de emprego, etc. são melhores quando precedidas de valores, como aumentar a renda em torno de 45%, gerar 40 empregos diretos e 120 indiretos, por exemplo.

4. Quanto e quando será produzido? A magnitude e escala da geração de produtos e os impactos da atividade devem ser sempre considerados, seja esta uma única unidade de produção ou uma microrregião. Estas definições servem como aferidoras para os órgãos de fomento e para a inspeção do cumprimento de metas.

5. Qual o destino do produto? A inclusão do componente de mercado, algumas vezes desconsiderada, é de importância reconhecida, refletindo a própria segurança e subsequência do empreendimento. Estudos de mercado disponíveis são fontes de informações valiosas e devem ser tomados como norteadoras aos projetos a serem praticados (MENDES, 1998).

Além destas “perguntas”, outros aspectos, relacionados a execução e avaliação dos projetos, devem ser especificados, de maneira a permitir uma criteriosa análise financeira (BAQUERO, 1986; LEONE, 1981):

1. Período de análise: todo projeto deve estabelecer seu ciclo de planejamento. Normalmente os projetos agropecuários são mensurados em anos, mas há casos onde o acompanhamento é realizado semestral ou trimestralmente.

2. Dimensão da área de estudo e unidade de inversão: geralmente a área do projeto está dimensionada em hectare. Entretanto, há a possibilidade de se utilizar metro quadrado, alqueire ou acre, devendo-se em qualquer situação definir com precisão o tamanho total ou parcial da área que será considerada.

3. Taxa de juros: a taxa de juros ou de desconto é, na realidade, o valor do uso do dinheiro ou da moeda. Com isso, torna-se necessário definir a taxa de juros para aferir o ganho ou perda com o uso de recursos financeiros durante determinado período de tempo, ou o que se paga pela obtenção de recursos de terceiros (empréstimos) durante determinado período.

4. Fluxo de custos e ingressos: esta é a etapa que requer mais tempo e labor para sua realização, onde será necessário

elaborar as planilhas de custos e ingressos de todas as atividades inerentes ao projeto. Os valores referentes aos cálculos de rendimento da mão de obra em cada atividade são mensurados em diárias, ou seja, em quantas horas ou dias um operário rural será capaz de realizar uma determinada atividade. Os ingressos do projeto são medidos através do cálculo da produtividade de cada componente (espécie vegetal ou animal) presente no sistema (BAQUERO, 1986).

4. Componentes mais comumente encontrados na análise financeira

Custos de mão de obra: de todos os custos usados nas atividades agrícolas, a mão de obra é a mais importante, principalmente em pequenas propriedades onde a terra e o capital são limitados. Na análise financeira, a mão de obra familiar representa um custo de oportunidade, que varia de acordo com a época do ano (alta ou baixa temporada), tipo de trabalho (especializado ou não), e sexo (MACDICKEN; VERGARA, 1990).

Os custos de mão de obra geralmente são avaliados em atividades de amostragem de solo, limpeza da área, roçagem manual, aração, gradagem, aplicação de corretivos e agroquímicos, marcação da área, marcação das linhas de plantio, plantio, replantio, capina, colheita, adubação, preparo de mudas, transporte das mudas, podas, desbastes, desfolha, retirada do coração das bananeiras, controle de pragas, assim como as demais atividades de manejo do solo e das culturas presentes no sistema de produção.

Custos de insumos: fertilizantes (calcário, NPK, super fósforo simples, FTE BR 12, uréia), adubos (esterco de gado, esterco de galinha, compostos orgânicos), sementes, maniva-semente, agroquímicos (herbicida, óleo mineral, inseticida), sacos ou recipientes para mudas, ferramentas (pás, enxadas, foices, facões, cavadores, tesouras, podões), combustíveis.

Ingressos: são as receitas geradas pela venda dos produtos dos sistemas agroflorestais, como grãos, frutos, madeira/lenha, plantas medicinais, flores, resina/látex, óleos, etc. Também é importante mensurar e valorar, com metodologia específica, o ingresso de nutrientes ao solo provenientes da queda das folhas e ramos das árvores presentes no sistema, assim como o armazenamento de carbono e serviços ambientais (manutenção da qualidade da água de rios e igarapés, diminuição dos riscos de erosão, recomposição vegetal na propriedade, diminuição da pressão do desmatamento nas áreas da reserva legal).

5. Coeficientes técnicos de sistemas agroflorestais

Para a correta utilização de SAFs, dada à necessidade de consorciação de diferentes culturas, é necessário o planejamento detalhado do sistema a partir da identificação dos coeficientes técnicos das espécies que serão utilizadas, objetivando a posterior análise da viabilidade financeira e econômica do projeto e tomada de decisão com relação ao investimento necessário.

De acordo com Brasil (1996 citado por CONAB, 2010), no cálculo do custo de produção de uma determinada cultura deve constar como informação básica a combinação de insumos, de serviços e de máquinas e implementos utilizados ao longo do processo produtivo. Esta combinação é conhecida como Sistema de Produção e indica a quantidade de cada item em particular, por unidade de área, que resulta num determinado nível de produtividade. Essas quantidades mencionadas, referidas a unidade de área (hectare) são denominadas de coeficientes técnicos de produção, podendo ser expressas em tonelada, quilograma ou litro (corretivos, fertilizantes, sementes e agrotóxicos), em horas (máquinas e equipamentos) e em dia de trabalho (humano ou animal). Não usar unidades de medidas locais ou regionais como “linha”, “lata”, “cacho”, “palma”, “alqueire”, “braça”, “tarefa”, “quintal”, entre outras. Desta forma poderemos comparar os resultados das análises financeiras entre as diferentes regiões do país.

Portanto, um coeficiente técnico é um valor numérico que expressa a relação existente entre a quantidade de insumos gasta e a quantidade de produtos obtida; ou o tempo necessário para realizar uma atividade.

Os coeficientes técnicos podem ser obtidos, basicamente, de três formas diferentes, crescentes em nível de complexidade e tempo:

- a) por meio da revisão de literatura, buscando-se informações nas publicações disponíveis;
- b) consultas a técnicos com experiência na implantação e manejo de SAFs. É importante destacar que nesta etapa, a contribuição dos produtores rurais, que são referência na implantação e uso de SAFs de forma participativa, é fundamental para a obtenção de dados para a elaboração da análise financeira.
- c) realizando-se uma avaliação no local de implantação do SAF, com todas as medições, em tempo real, durante o desenvolvimento das atividades. Esta é a forma mais precisa para obter as informações, entretanto, demanda muito tempo para acompanhar as atividades de campo.

Os coeficientes técnicos para os SAFs são calculados conforme a quantidade de mão de obra necessária para desenvolver as devidas atividades à implantação, manutenção e colheita no sistema e nas quantidades de insumos demandadas por cada cultura. A partir da multiplicação da matriz de coeficientes técnicos pelo vetor de preços dos fatores de produção, são identificados os custos de produção do sistema. As receitas são obtidas por meio da produção estimada de cada cultura, considerando-se as condições edafoclimáticas locais, os respectivos ciclos e o sistema de produção utilizado.

Uma vez conhecidos os custos e receitas pertinentes ao sistema, pode-se realizar a análise financeira do projeto do SAF, a partir do cálculo e interpretação de seus indicadores financeiros.

6. Indicadores financeiros

Durante o processo de planejamento e elaboração da análise financeira, os indicadores financeiros do projeto permitem comparar os resultados obtidos com outros projetos avaliados e demais investimentos existentes no mercado financeiro. Desta forma, é possível verificar a rentabilidade e, conseqüentemente, a viabilidade do projeto.

A avaliação financeira é *ex ante*, uma vez que se baseia nos resultados esperados do projeto. Na análise do SAF completo são considerados os custos e benefícios de todas as culturas. Como indicadores de rentabilidade podem ser utilizados o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), a relação benefício-custo (RB/C), o tempo de recuperação do capital (*payback* simples ou descontado), o valor anual equivalente (VAE), dentre outros, para análises de horizonte plurianual (ARCO-VERDE, 2008; BÖRNER, 2009; GAMA, 2003; SANTOS; CAMPOS, 2000).

Pode-se também realizar ajustes na AF ao longo da execução do projeto, substituindo-se os valores dos coeficientes técnicos estimados por informações obtidas *in loco*. Desta forma, aumenta-se a precisão dos indicadores financeiros.

O VPL apresenta os valores líquidos atualizados ao instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado por uma série de receitas e custos (HIRSCHFELD, 1998 citado por ARCO-VERDE, 2008), descontando-se o investimento inicial do projeto. Quando o resultado é um valor superior a zero, diz-se que o projeto apresenta viabilidade econômica (BÖRNER, 2009). O VPL, por considerar o efeito do tempo em seu cálculo e, com isso, o valor financeiro descontado, é sensível à taxa de juros, conforme apresentado na Figura 5.

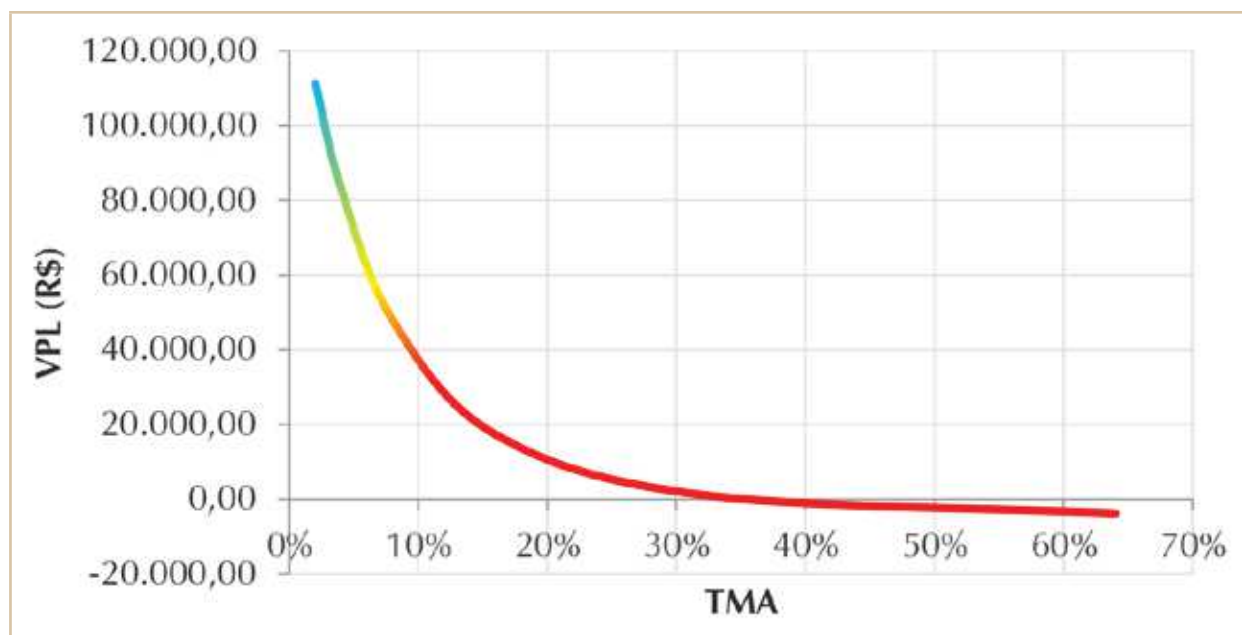


Figura 5. Curva de variação do VPL de acordo com o aumento da taxa de juros.

O cálculo do VPL pode ser efetuado através da seguinte equação (BUARQUE, 1984):

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

onde: R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto (juros); j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo; I = investimento inicial.

Conforme Rezende e Oliveira (2001), o VAE 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. Ou seja, o VAE transforma o VPL em um fluxo de receitas ou despesas contínuo e periódico, durante toda a vida útil do projeto. Quanto maior for o VAE calculado, maior a viabilidade do projeto.

O VAE pode obtido através da seguinte equação:

$$VAE = \frac{VPL \cdot i}{1 - (1+i)^{-n}}$$

onde: VPL = valor presente líquido; i = taxa de desconto (juros); n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

A RB/C indica o quanto os benefícios superam ou não os custos totais. O critério para a condição de viabilidade do projeto, segundo Börner (2009), é que o valor obtido seja maior ou igual à unidade.

A equação para cálculo da RB/C é:

$$RB/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}}$$

onde: R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto (juros); j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

A TIR é a taxa de juros que iguala o valor presente dos benefícios ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero, podendo ser entendida como a taxa percentual do retorno do capital investido (Figura 1). Se a TIR for maior do que a taxa de desconto exigida pelo investimento, conclui-se pela viabilidade do projeto (BÖRNER, 2009).

O cálculo da TIR, conforme Buarque (1984), é dado pela equação:

$$0 = \sum_{j=1}^n \frac{R_j - C_j}{(1+TIR)^j} - I$$

onde: R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto (juros); j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo; I = investimento inicial.

O período de *payback* é o tempo necessário para retornar o capital investido, ou seja, é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala a esse valor (BÖRNER, 2009).

Algebricamente o período de payback, ou período de recuperação (PR), pode ser descrito como:

$$PR = T, \text{ quando } \sum_{j=0}^T R_j - C_j = I$$

onde: R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; T = tempo para o fluxo de caixa igualar os investimentos; I = investimento inicial.

Pode ser considerado tanto o *payback* simples, no qual os valores não são atualizados, quanto o *payback* descontado, onde todos os valores são atualizados pela taxa mínima de atratividade (TMA), que é a taxa de juros que representa o custo de oportunidade do capital investido.

Esses são os indicadores financeiros mais comumente utilizados, embora existam outros, e podem ser calculados por diversos processos, inclusive com a utilização de planilhas eletrônicas.

7. Valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais

De acordo com De Groot et al. (2002), o primeiro passo para uma avaliação inteligível de serviços ambientais envolve a tradução da complexidade ecológica (estruturas e processos) em um número limitado de funções ecossistêmicas que, por sua vez, fornecem os bens e serviços que têm valor para as pessoas.

O valor econômico de um bem (serviço) é estabelecido pela interação das percepções de todos os indivíduos a respeito de sua utilidade, sejam eles consumidores ou produtores, determinando os preços como indicativos dessa utilidade, resultantes da oferta e demanda dos bens, e as quantidades de equilíbrio (MARSHAL, 1997).

Entretanto, no caso dos serviços ambientais, que, embora úteis, são, a priori, abundantes, a percepção resultante é de que são de livre acesso e com direitos de propriedade não definidos (RANDALL, 1987), sem uma medida de utilidade marginal e, por consequência, sem preço determinado no mercado, o que passa a mudar apenas a partir de sua indisponibilidade, pois o custo do uso de bens comuns é diluído em toda a sociedade e os benefícios percebidos superam esses custos (HARDIN, 1968).

A despeito dos vários métodos de valoração existentes, a partir da definição dos coeficientes técnicos de SAFs e da avaliação financeira do projeto do sistema, pode-se, de forma simples e objetiva, recorrer ao método dos custos

de reposição para solo e água e, desta forma, obter um indicativo de valor para estes serviços ambientais.

O método consiste na utilização do modelo USLE (*universal soil loss equation*), convertendo-se as quantidades médias perdidas de nutrientes em equivalentes de fertilizantes que, por sua vez, têm preços de mercado. Naturalmente, devem ser considerados todos os custos envolvidos na aplicação de fertilizantes, como mão de obra e frete e, neste sentido, é essencial fazer referência aos coeficientes técnicos estabelecidos para o sistema de produção.

A partir de informações já existentes, derivadas dos coeficientes técnicos utilizados para análise financeira, é possível, considerando o método de custo de reposição de nutrientes, proposto por Marques (1995), atribuir valor monetário ao serviço de manutenção da produtividade.

O custo de reposição da água baseia-se no cálculo do volume de água escoada por tipo de cobertura do solo, juntamente com a utilização de tabelas CN (curva número), para determinação do escoamento superficial. Posteriormente, utiliza-se o preço da água, com base nos valores estipulados pelos comitês de bacias hidrográficas ou mesmo aqueles praticados pelo serviço de abastecimento local, para estipular um valor de referência para o serviço ambiental.

Dessa forma, através da valoração do custo de reposição de solo e de água, de acordo com os coeficientes técnicos utilizados na avaliação financeira do sistema, pode-se comparar diversos sistemas de produção e estimar o valor dos serviços ambientais (externalidades positivas) da adoção de um novo sistema, com base na diferença dos custos.

8. Avaliação financeira de sistemas agroflorestais

Nas Figuras 6 e 7 são apresentadas informações que devem ser consideradas para avaliação de projetos de sistemas agroflorestais e permitem entender a dinâmica do sistema de produção ao longo do tempo planejado.

Observa-se na Figura 6 a proporção entre as receitas e os custos em cada ano do desenvolvimento do projeto. Destaca-se que, no exemplo, as receitas superaram os custos a partir do oitavo ano, com uma tendência positiva até o último ano de avaliação do projeto. Os maiores custos ocorreram nos três primeiros anos após a implantação. A fase de implantação é a mais onerosa e sugere-se que seja realizada ao longo dos 3 ou 4 anos, evitando-se a alta concentração dos custos em um só ano.

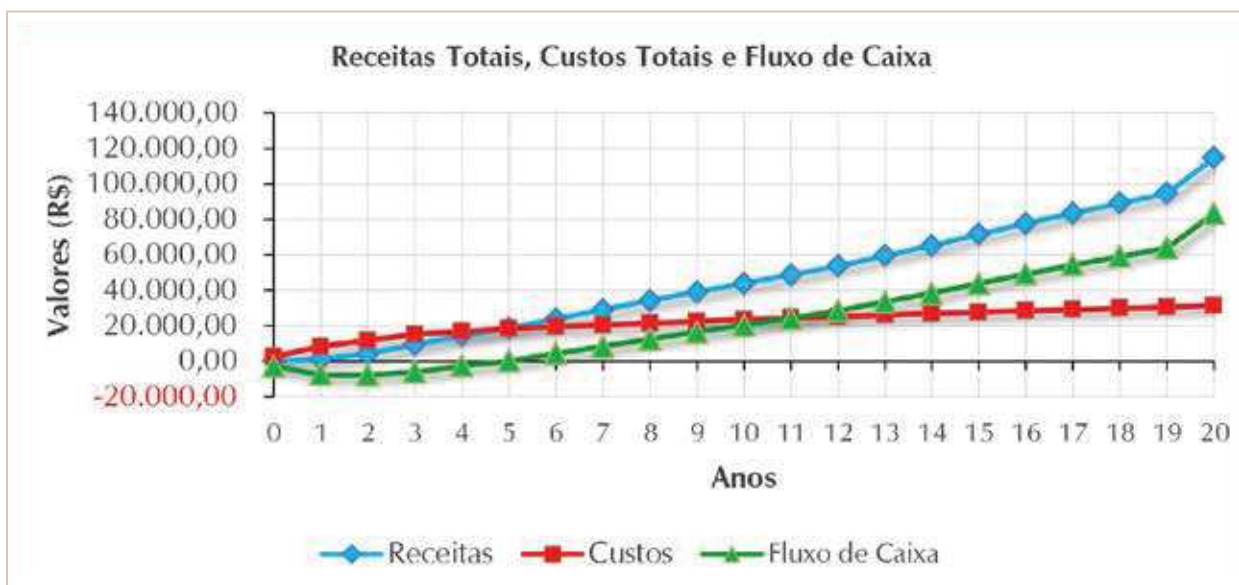


Figura 6. Previsão de receitas, custos e fluxo de caixa, acumulados, durante os 20 anos.

A partir do quinto ano até o décimo-nono ano os custos anuais mantiveram-se praticamente estáveis. Nesta fase as culturas anuais já não foram mais cultivadas e as despesas foram alocadas principalmente para a manutenção das espécies perenes. No vigésimo ano, houve o corte das árvores madeiráveis. Analisando-se a dinâmica das receitas, verificou-se a geração de receitas em todos os anos do estudo, com os valores oscilando nos primeiros seis anos e apresentando uma tendência de estabilização a partir do décimo até o décimo-nono ano. No vigésimo e último ano do estudo houve um forte aumento na geração de receitas devido ao corte das árvores madeiráveis.

Normalmente se espera, em projetos agropecuários, uma maior demanda de mão de obra no início da implantação do projeto, com uma gradativa redução desta necessidade à medida que o projeto atinge sua estabilidade (Figura 7).

O ponto mais importante a ser observado nesta tendência é a quantidade de diárias necessárias em cada fase de avaliação do projeto. Desta forma, é possível verificar se haverá disponibilidade de mão de obra para atender toda a área de abrangência do projeto em todas as suas fases de execução.



Figura 7. Demanda anual de mão de obra no SAF, para 1 ha, durante 20 anos.

Destacam-se quatro fases com diferentes necessidades de diárias ao longo do período de avaliação:

I- **Fase inicial ou de implantação:** corresponde aos 3 primeiros anos onde houve, de forma geral, a demanda acima de 100 diárias ha⁻¹. As atividades de preparo de área, semeadura e manutenção das culturas anuais contribuíram para o aumento das diárias nesta fase.

II- **Fase de consolidação:** ocorre entre o quarto e o sétimo ano. Nesse período ainda há um decréscimo da necessidade de mão de obra, em relação ao período anterior, com valores oscilando entre 40 - 45 diárias ha⁻¹. Após esta fase não há mais a presença das culturas anuais devido ao sombreamento projetado pelas espécies perenes e bananeiras.

III- **Fase de estabilização:** corresponde ao período do oitavo ao décimo-nono ano, o qual apresentou as mais baixas demandas de mão de obra. A mão de obra foi alocada para as atividades de manutenção e colheita das espécies perenes e frutíferas.

IV- **Fase de finalização:** refere-se ao vigésimo e último ano de avaliação, na qual houve aumento da necessidade de mão de obra, principalmente para a colheita da madeira, atividade que requer maior intensidade de trabalho.

Ao considerar-se o valor dos gastos com insumos para correção (durante o preparo da área) e para adubação

(relativos aos tratos culturais) obtém-se, de forma direta, um valor de referência para a prestação de serviços ambientais relativos à manutenção da fertilidade do solo. Pode-se ainda, com relação a este mesmo serviço, considerar o aporte de nutrientes (que deverão ser estimados) a partir da utilização de espécies adubadoras, descontando-se seu custo de implantação e manutenção no sistema.

De forma análoga, podem ser considerados os custos com a irrigação do sistema, com o valor de referência para o serviço ambiental referente à disponibilidade de água, naturalmente, acrescidos do valor base do metro cúbico de água para a região.

Na Tabela 1 são apresentados os principais indicadores financeiros, para dois períodos, aos 10 e aos 20 anos após o plantio, sem considerar a remuneração por serviços ambientais. A escolha de um ou mais de um indicador deve se dar de acordo com critérios previamente definidos e basear-se em padrões determinados pelo mercado ou estabelecidos mediante a comparação de diversas opções de investimento. Os resultados dos indicadores financeiros (TIR, VPL, VAE, Payback e Relação B/C) confirmam a viabilidade financeira do sistema agroflorestal avaliado.

Tabela 1. Indicadores financeiros do projeto do SAF proposto, para os períodos de 10 e 20 anos.

Avaliação financeira	10 anos	20 anos
TMA (juros)	4,0%	4,0%
TIR do projeto	30,6%	35,4%
VPL do projeto	20.372,75	83.276,50
Payback simples	5,4	5,4
VAE	2.511,78	6.127,63
Relação B/C	1,9	3,7

9. Considerações finais

O que se poderia fazer para reduzir o tempo de retorno do investimento? Pode-se elencar algumas práticas de desenho e manejo nos sistemas agroflorestais que poderiam atender a este questionamento:

1. **Intensificar o uso de culturas anuais nos modelos agroflorestais.** Neste estudo as culturas anuais não

apresentaram o rendimento esperado. Mas este fato não representa o que acontece na região. Deve-se melhorar as práticas de manejo para cada espécie, otimizar o uso de fertilizantes e mão de obra e selecionar variedades mais adequadas para o local de plantio.

2. **Aumentar a frequência de plantio das culturas anuais.** Normalmente o plantio de culturas anuais é viável até o terceiro

ano de implantação dos SAFs, uma vez que o crescimento das copas das espécies arbóreas aumenta o sombreamento sobre as culturas agrícolas. Neste caso, deve-se otimizar o plantio de espécies anuais durante o ano, principalmente nos primeiros três anos de implantação desde que seja realizada uma avaliação das condições edáficas com a finalidade de suprir as necessidades nutricionais das culturas anuais. Neste estudo a mandioca poderia ter sido plantada durante três anos, fornecendo duas produções a mais para o sistema.

3. Realizar análise técnica das espécies componentes.

Diluindo-se a instalação dos sistemas em três ou quatro anos, os custos de implantação e mão de obra empregada seriam melhor distribuídos, contribuindo para o uso mais intensivo das culturas anuais.

4. Desenhar e implantar aléias permanentes nos sistemas agroflorestais. Com isso seria possível a produção de culturas anuais durante todo o ciclo do SAF. Deste modo o agricultor deixará de desflorestar novas áreas, para a prática da agricultura de “derruba e queima”, além de concentrar seus esforços no SAF.

A demanda de mão de obra é o mais importante de todos os custos usados nas atividades agrícolas, principalmente em pequenas propriedades, onde a terra e o capital são limitados. Na análise financeira, a mão de obra familiar representa um custo de oportunidade, que varia de acordo com a época do ano (alta ou baixa temporada), tipo de trabalho (especializado ou não), e sexo (MACDICKEN; VERGARA, 1990).

No âmbito econômico, considerar opções viáveis para o pagamento por serviços ambientais, a partir dos valores identificados nas planilhas de análise financeira dos projetos de SAF, especialmente de forma indireta, como o rebate ecológico do crédito rural ou compra de alimentos a preços diferenciados por mercados institucionais (Lei 1.926/95), implementados na forma de políticas públicas, teriam um possível impacto significativo na adoção de SAFs.

Referências

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; DUARTE, O. R. **Desenvolvimento de sistemas agroflorestais para recuperação de áreas de mata abandonadas de Roraima.** Manaus, 1999. Resultados da Fase Emergencial e Fase 1 do Programa Piloto para a proteção das florestas.

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; DUARTE, O. R.; LUCAS, J. G. dos S. Avaliação Silvicultural da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) e cupiúba (*Goupia glabra*) em sistemas agroflorestais no estado de Roraima. In: III CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 61-62.

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira.** 2008. 188 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BAQUERO, H. I. Evaluación económica de proyectos agroforestales. In: TALLER SOBRE DISEÑO ESTADÍSTICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS AGROFORESTALES, 1986, Curitiba. **Taller sobre...** Curitiba: FAO para América Latina y Caribe, 1986. 142 p. (Documento de Apoyo).

BÖRNER, J. Serviços ambientais e adoção de sistemas agroflorestais na Amazônia: elementos metodológicos para análises econômicas integradas. In: PORRO, R. (Ed.). **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 1984.

CASTILLO, W. G. Como aplicar los conceptos de costo de oportunidad y costobeneficio para la toma de decisiones en la producción agroforestal? **Agroforestería en las Américas**, v. 7, n. 28, p. 26-28. 2000.

CONAB. **Custos de produção agrícola:** a metodologia da Conab. Brasília, DF, 2010.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, Amsterdam, n. 41, p. 393-408, 2002.

GAMA, M. M. B. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho D'Oeste, Rondônia.** 2003. 112 f. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- HARDIN, G. Tragedy of the Commons. **Science**, n. 162, p. 1243-1248, 1968.
- KRISHNAMURTHY, L.; ÁVILA, M. **Agroforestería básica**. México, DF: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1999. 340 p. (Série Textos Básicos para la Formación Ambiental, 3).
- LEONE, G. S. G. **Custos**: planejamento, implantação e controle. São Paulo: Atlas, 1981. 512 p.
- MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry**: classification and management. New York: Wiley 1990. 382 p.
- MARQUES, J. F. **Efeitos da degradação do solo na geração de energia elétrica**: uma abordagem da economia ambiental. 1995. 257 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARSHALL, A. **Principles of economics**. New York: Amherst, 1997
- MENDES, J. T. G. **Economia agrícola**: princípios básicos e aplicações. 2. ed. Curitiba: ZNT, 1998. 458 p.
- MENDES, J. T. G. **Economia**: fundamentos e aplicações. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 309 p.
- MOURÃO JUNIOR, M.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M.; MOURA NETO, M. A. de; ARCO-VERDE, M. F.; PEREIRA, P. R. V. S.; TONINI, H. **Precipitação pluviométrica em áreas de transição savana-mata de Roraima**: campos experimentais Serra da Prata e Confiança. Embrapa Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 7 p. (Embrapa Roraima. Comunicado técnico, 17).
- NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993. 499 p.
- RANDALL, A. **Resource economics**: an economic approach to natural resource and environmental policy. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1987. 434 p.
- REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2001.
- SANTOS, G. J. dos; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 165 p.
- SANTOS, J. C. dos; CAMPOS, R. T. **Metodologia para análise de rentabilidade e risco de sistemas agroflorestais**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. (Embrapa Acre. Documentos, 47).
- SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.