

# Avaliação de Risco em Investimentos Florestais

---

*Flávio José Simioni*<sup>1</sup>  
Vitor Afonso Hoeflich<sup>2</sup>

## RESUMO

A avaliação econômica de projetos de investimentos é comumente utilizada como forma de buscar parâmetros indicativos de sua viabilidade. Entretanto, as condições de incertezas em relação ao ambiente econômico dificultam o processo de tomada de decisão. No caso dos plantios florestais, a complexidade é ainda maior em função do alto tempo de retorno do investimento. Uma das alternativas que pode ser utilizada pelos investidores é a transformação das incertezas em risco. Assim, o objetivo do artigo é verificar a adequação do emprego do Método de Monte Carlo (MMC) na avaliação do risco em plantios florestais de *Pinus spp.* O procedimento consiste na simulação da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Valor Presente Líquido (VPL) do projeto, a partir da simulação de variáveis previamente selecionadas no fluxo de caixa. O método mostrou-se eficiente na análise de risco de plantios florestais.

**Palavras-chave:** Avaliação econômica de projetos; análise de risco; simulação. Evaluation of Risk in Forest Investments

## ABSTRACT

Economic evaluation of investment projects of is usually used as a form to search for parameters that are indicative of its viability. However, a condition of uncertainty in relation to the economic environment makes it difficult in order to help the process of decision making. In the case of the forest activities, the complexity is still bigger in function of the long time required for the return of the investment. One of the alternatives that can be used by the investors is the transformation of uncertainty into risk. Thus, the objective of the article is to verify

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre, Profesor da UNIPLAC. email: simioini@uniplac.net

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. email: vitor@cnpf.embrapa.br

the adequacy of the Monte Carlo Method (MMC) in the risk evaluation of in forest activities with *Pinus* spp. The procedure consists of the simulation of the Internal Tax of Return (ITR) and of Net Present Value (NPV) of the project, from the simulation of variables previously selected in the cash flow. The method revealed efficient in the risk analysis of forest activities.

**Keywords:** Project evaluation; risk analysis; simulation.

## 1. INTRODUÇÃO

O plantio de florestas apresenta um ciclo de produção relativamente longo, tornando mais difícil o processo de tomada de decisão. Assim como todo investimento, os agentes econômicos precisam decidir quanto produzir (área), como produzir (espaçamento, manejo, etc) e para quem produzir, ou seja, para energia, celulose ou serrados. De acordo com Dossa (2000), quais seriam os benefícios econômicos das diferentes alternativas de investimento que o produtor rural dispõe? Todo o processo de tomada de decisão considera, além dos aspectos econômico-financeiros, as restrições dos fatores de produção e os riscos envolvidos no processo de produção.

O investimento florestal requer um montante significativo de capital, o qual fica imobilizado por longo período. Segundo Siqueira (2003), estas são as duas variáveis que mais influenciam a tomada de decisão de investir em um empreendimento florestal.

Como vários autores explicitam, o ambiente econômico tem-se mostrado dinâmico, com significativas transformações, sobretudo a partir dos anos 90, tornando o processo de tomada de decisão mais complexo, pois envolve um futuro incerto. Para planejar e decidir, os agentes econômicos precisam reduzir as incertezas, representadas pelo complexo ambiente econômico, transformando-as em riscos. De acordo com Casarotto Filho & Kopittke (2000), as três alternativas para a solução de problemas sob condições de incerteza são: uso de regras de decisão às matrizes de decisão; análise de sensibilidade; e a simulação.

Enquanto que as duas primeiras alternativas oferecem condições de análise limitadas, a técnica da simulação permite obter resultados com oscilação de mais

de uma variável. Nesta, identifica-se as variáveis que afetam os resultados e mensura-se pela sua probabilidade de ocorrência. Desta forma, é possível estabelecer um cenário e, a partir deste, fazer simulações que irão embasar a tomada de decisão.

Neste sentido, este artigo tem como objetivo principal apresentar simulações de resultados econômicos em plantios florestais de *Pinus*, através da utilização do Método de Monte Carlo na simulação da Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto. Para isso, dividiu-se o artigo em três seções, além desta introdução e das conclusões. Na seção 2, apresentam-se as considerações teóricas relacionadas ao processo de tomada de decisão, tendo como enfoque as incertezas, os riscos e as simulações. Na terceira seção, é apresentado o método para a elaboração de cenários e simulações. A quarta seção caracteriza o empreendimento florestal e apresentam-se os resultados das simulações.

## **2. A TOMADA DE DECISÃO EM UM AMBIENTE DE INCERTEZA**

Toda firma toma decisões constantemente, sejam para produzir ou para investir. No curto prazo, as decisões estão mais relacionadas a quanto produzir, enquanto que, no longo prazo, referem-se ao investimento. Para este último, um conjunto de informações é necessário para embasar as decisões. Entretanto, por mais seguras que sejam as informações, as decisões estão condicionadas às incertezas sobre o futuro.

Neste caso, antes de conceituar incerteza, torna-se importante o entendimento sobre futuro, mediante a distinção dos conceitos de curto prazo e longo prazo. De acordo com Pindyck & Rubinfeld (1994), curto prazo refere-se ao período de tempo no qual um ou mais fatores de produção não podem ser modificados e o longo prazo corresponde ao período de tempo necessário para tornar variáveis todos os insumos. De acordo com estas definições, nenhum período de tempo específico, por exemplo, um ano, poderá ser considerado curto ou longo prazo. Isto irá depender de cada atividade produtiva. Para a análise de custos, Teixeira & Gomes (1994) consideram curto prazo quando não há tempo suficiente para a empresa aumentar ou diminuir seu tamanho e, longo prazo, quando há tempo suficiente para alterar as quantidades de todos os recursos de produção.

Em relação ao conceito de incerteza, de acordo com Simonsen (1994), consiste em lidar com uma variável aleatória cuja distribuição de probabilidade não se conhece. O autor classifica a incerteza em absoluta, quando não se tem a mínima noção *a priori* sobre as probabilidades de ocorrência e, relativa, quando se consegue associar um evento a uma probabilidade mínima e máxima.

Farina (1997) distingue três tratamentos diferentes ao conceito de incerteza. O primeiro, dado por Williamson (1991), é denominado por risco e refere-se à variância de uma dada distribuição de probabilidade, dada pela ocorrência de um número maior de distúrbios ou quando os distúrbios tornam-se intrinsecamente mais importantes. O segundo, utilizado por North (1990), corresponde efetivamente ao desconhecimento dos possíveis eventos futuros e, o terceiro, dado por Milgrom & Roberts (1992), enfatiza a assimetria informacional. Sob um ambiente de incerteza, maior é a dificuldade para a tomada de decisões.

Uma das hipóteses da incerteza é a racionalidade limitada, que está associada à competência cognitiva dos agentes, os quais se presume sejam racionais, no entanto, apresentam limites frente a um ambiente econômico complexo, imposto pela impossibilidade de antecipar eventos futuros (SIFFERT FILHO, 1995; HIRATUKA, 1997; FARINA, 1997).

Casarotto Filho & Kopittke (2000) destacam uma importante alternativa para dar suporte à tomada de decisão: transformar as incertezas em riscos através do processo de simulação, ou seja, apontar as possibilidades futuras a partir de mudanças nas variáveis que mais influenciam a tomada de decisão. A transformação das incertezas em riscos é condição para a criação de cenários que subsidiam as simulações.

O risco, em seu sentido fundamental, segundo Gitman (2002), é a possibilidade de prejuízo financeiro ou, mais formalmente, a variabilidade de retornos associada a um determinado ativo. O autor classifica o nível de aceitação de risco em três categorias: indiferença ao risco; aversão ao risco e tendência ao risco. Os administradores indiferentes ao risco não mudam a exigência em relação ao retorno quando o risco se eleva. Já aqueles com aversão ao risco exigem um aumento do retorno à medida que aquele aumenta, contrapondo-se aos que apresentam tendência ao risco, onde aceitam uma diminuição do retorno.

Sob condições de incerteza, existem várias técnicas ou alternativas utilizadas para auxiliar o processo de tomada de decisão. A **análise de sensibilidade** pode ser utilizada quando não se conhece qualquer informação sobre a distribuição de probabilidade. Pode ser conceituada como a abordagem comportamental que verifica o impacto sobre o retorno dado a variação dos valores possíveis para uma determinada variável. Quando se passa a alterar um conjunto de variáveis para avaliar o efeito sobre o retorno, tem-se uma **análise de cenário**. Normalmente, são construídos três cenários, quais sejam: pessimista, mais provável e otimista. A técnica da **simulação** é usada para ter uma noção do risco através da aplicação de distribuições probabilísticas predeterminadas, aplicados em diferentes cenários (CASSAROTTO FILHO & KOPITKE, 2000; GITMAN, 2002).

Alguns cuidados devem ser tomados quando se usa a simulação. O primeiro e mais importante deles refere-se à definição do tipo e parâmetros da distribuição de cada variável, ou seja, estes devem estar fundamentados em informações consistentes, sob pena de obter resultados totalmente inúteis (CASSAROTTO FILHO & KOPITKE, 2000). Outro aspecto são as técnicas utilizadas no processo de simulação, classificadas por Reibstein & Chussil (1999) em simulatórias e não simulatórias. Segundo os autores, as técnicas se diferenciam pela forma como se simula uma situação ou cenário futuro. De acordo com o tipo de informação disponível e os propósitos da simulação, define-se a técnica mais adequada.

### 3. METODOLOGIA

Para a análise de risco foi utilizado o Método de Monte Carlo (MMC) na simulação da Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto. O método consiste em simular variáveis previamente selecionadas no fluxo de caixa e calcular os novos indicadores financeiros. Através deste método, são gerados valores aleatórios para as variáveis sujeitas à incerteza, seguindo distribuições de probabilidade especificadas previamente. O conjunto de dados resultante pode ser analisado estatisticamente e fornecer informações que auxiliem em uma avaliação mais precisa de projetos (COSTA & AZEVEDO, 2001, p. 100).

Para a aplicação do MMC, seguiu-se o seguinte roteiro metodológico:

a) **definição do sistema de produção:** utilizado comumente na região da pesquisa. Utilizou-se como parâmetro um hectare de floresta plantada de *Pinus spp*, cultivado até o 22º ano, quando ocorre o corte final das árvores.

b) **definição do fluxo de caixa:** com base nas informações coletadas a campo de preços praticados no primeiro trimestre de 2006 e de coeficientes técnicos obtidos nas principais empresas produtoras de madeira na região serrana de Santa Catarina. A análise, considerando somente os valores fixos apresentados no fluxo de caixa, fornece uma estimativa pontual, porém, pouca utilidade representa, uma vez que as entradas e saídas podem sofrer alterações.

c) **definição das variáveis para simulação:** levou em consideração a importância de cada uma sobre o resultado econômico da atividade, bem como as oscilações verificadas a campo. As variáveis que foram utilizadas no processo de simulação estão indicadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Relação das atividades florestais utilizadas para a simulação da atividade.

ANO	RELAÇÃO DE ATIVIDADES
0	IMPLANTAÇÃO: Preparo do Solo; Combate à formiga pré-plantio; Aceiros e estradas; Roçada geral pré-plantio; Coroamento pré-plantio; Plantio (2,5 x 3,0 m = 1.333 mudas/ha); Replantio; Combate à formiga pós-plantio.
1	MANUTENÇÃO: Roçada geral pós-plantio; Roçada em linha; Coroamento pós-plantio; Combate à formiga.
2	MANUTENÇÃO: Roçada na linha de plantio; Combate à formiga.
4	Primeira Desrama
8	Primeiro Desbaste (40% das árvores); Segunda Desrama.
12	Segundo Desbaste (40% das árvores remanescentes)
16	Terceiro Desbaste (40% das árvores remanescentes)
22	Corte Final

Fonte: Elaboração dos autores com base na pesquisa de campo.

d) **simulação das variáveis:** foram realizadas mil simulações das variáveis selecionadas utilizando-se a planilha eletrônica Microsoft Excel, de modo a obter mil fluxos de caixa diferentes. A simulação utilizou distribuição contínua de probabilidade, gerando uma distribuição normal expressa por:

$$\text{Equação (1)} \quad s_x \left[ \sum_{i=1}^{12} \text{aleatorio}_i - 6 \right] + \mu_x$$

Assim, utilizou-se a função =ALEATORIO() do Excel para gerar a distribuição normal nas simulações das variáveis selecionadas, expressa pela função:

Equação (2)

$$= (((ALEATORIO() + ALEATORIO() + ALEATORIO()) - 6) * Desvio + Média)^2.$$

e) **cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR):** depois de realizadas as simulações, para cada fluxo de caixa resultante, calculou-se o VPL e a TIR utilizando as funções =VPL() e =TIR() do Excel. O VPL representa a diferença entre os fluxos de caixa futuros trazidos a valor presente pelo custo de oportunidade do capital e o investimento inicial. A TIR representa o valor do custo do capital que torna o VPL nulo, representando, portanto, a taxa que remunera o valor investido no projeto. O VPL é dado por:

$$\text{Equação (3)} \quad VPL = \sum_{j=i}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

f) **Cálculo da média e desvio padrão amostral:** depois de obtido os valores de VPL e TIR para cada simulação, calcularam-se a média amostral da seguinte forma: média amostral da TIR<sub>2</sub> é a média considerando TIR<sub>1</sub> e TIR<sub>2</sub>; a média amostral da TIR<sub>3</sub> é a média considerando TIR<sub>1</sub>, TIR<sub>2</sub>, e TIR<sub>3</sub>, e assim, sucessivamente, conforme indica a equação 4. Do mesmo modo procedeu-se em relação ao desvio padrão amostral, assim como para o VPL.

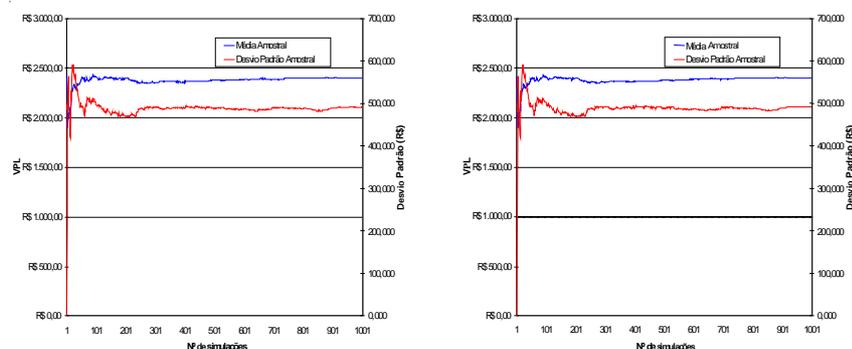
$$MÉDIA AMOSTRAL TIR = MÉDIA(TIR_1; TIR_n) \text{ Equação (4)}$$

Deste modo, a média amostral representa o valor mais provável de ser encontrado e o desvio padrão representa o risco do investimento. Aplicações deste método em análise de projetos agropecuários podem ser encontrados nos trabalhos de Bruni et al (1998); Sant´Anna et al. (2003), Neris & Bacha (2002), entre outros.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do Gráfico 1 nos evidencia que, à medida que aumenta o número de simulações, tende a haver uma estabilização dos resultados da média e desvio padrão amostrais dos resultados. Como o Teorema do Limite Central nos revela que para “n” grande, a média e o desvio padrão amostrais convergem para a média e o desvio populacionais (SPIEGEL, 1993), após terem sido efetuadas mil simulações, encontrou-se uma estabilização dos valores da média e do risco do projeto.

Verifica-se também que o risco do projeto, representado pelo desvio padrão da TIR, estabilizou em cerca de 0,01% e a média da TIR em 16,34%. Já para o VPL, o desvio padrão estabilizou em cerca de R\$ 488,00 e a média em torno de R\$ 2.395,00 (usando uma taxa de 12% a.a.). A Tabela 2 apresenta um resumo estatístico dos resultados das simulações.



Fonte: Gráficos produzidos pelos autores por meio da Simulação pelo MMC no Excel.

Gráfico 1. Comportamento da média e desvio padrão amostrais da TIR e do VPL de acordo com o número de simulações das variáveis do projeto.

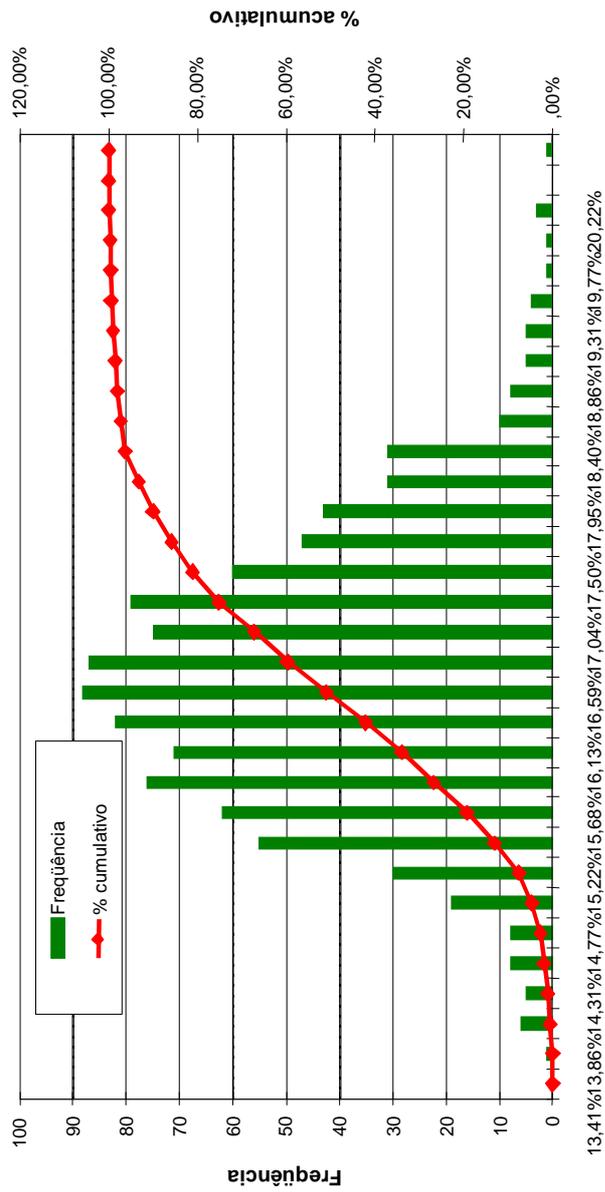
**Tabela 2.** Resultados estatísticos das simulações da TIR e VPL para o projeto de um hectare de floresta de *Pinus*, obtidos pelo MMC no Excel

<b>ESTATÍSTICA</b>	<b>TIR</b>	<b>VPL (R\$/ha)</b>
Resultado Médio Esperado	16,34%	2.395,00
Resultado Máximo Esperado	20,40%	3.944,61
Resultado Mínimo Esperado	13,60%	499,95
Desvio Padrão	0,010%	488,00
Número de Simulações	1000	1000

Fonte: Simulação pelo MMC no Excel.

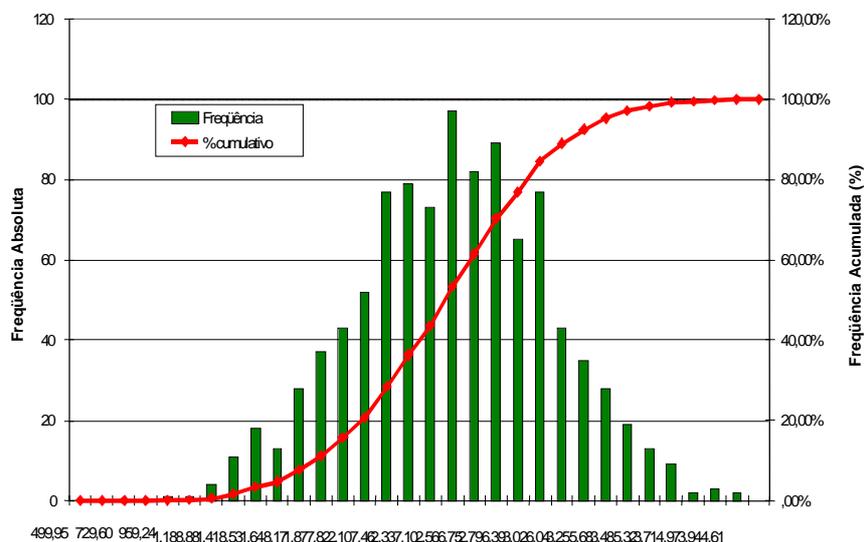
O valor médio esperado encontra-se relativamente acima dos encontrados por Göcks & Nerbass Filho [200-?], onde os autores, através de análise de sensibilidade, encontraram a TIR entre 11,1% e 14,65% para uma variação de menos 30% e 20% no preço de venda da madeira, respectivamente. Siqueira (2003) analisando dados de fluxo de caixa dolarizados de Wekerlin (2000) encontrou uma TIR próxima a 12%.

A análise do histograma das mil simulações demonstra a freqüência da TIR, bem como os percentuais acumulados (Gráfico 2). Verifica-se que 100% dos resultados apresentam TIR positiva, com distribuição bem próxima à normal, o que significa que há cerca de 50% de probabilidade da TIR apresentar resultado abaixo da média, bem como 50% acima da média. Considerando uma taxa de desconto de 12% a.a., o VPL das mil simulações foi positivo com distribuição normal em torno da média (R\$ 2.395,00). Logo, sob o domínio deste conjunto de informações fornecidas, utilizando o MMC, fica mais segura a recomendação ou não de projetos e investimento. No caso em análise, é recomendável a aceitação do projeto.



**TIR**

Gráfico 2. Frequência e percentual acumulado da TIR do projeto florestal.



Sendo assim, a empresa pode considerar o limite em que o VPL torna-se negativo para estimar o custo do capital. Conforme mostra o gráfico, a taxa de desconto seria em torno de 16% a.a. Portanto, com taxas inferiores a 16%, o projeto poderia ser aceito.

## 5. CONCLUSÕES

A análise econômica de projetos associada a uma avaliação de risco é fundamental para a tomada de decisão. Estimativas pontuais são de pouca utilidade, principalmente em situações em que as variáveis do projeto sofrem inúmeras influências do ambiente econômico.

A análise de risco utilizando simulações pelo Método de Monte Carlo é uma alternativa usada na estimativa dos resultados econômicos esperados de projetos. Uma das questões fundamentais é a coleta de dados de modo que represente fielmente a amplitude verificada a campo.

Neste trabalho foi apresentada uma aplicação do MMC na avaliação econômica de plantios florestais de *Pinus*. O método demonstrou-se adequado para a avaliação de riscos e, associado à utilização de ferramentas estatísticas, conseguiu-se representar os resultados com maior clareza, dando maiores condições para a tomada de decisões.

## 6. REFERÊNCIAS

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J. de O. Análise de risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo. **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 6, p. 62-75, 1998.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2000. 458 p.

COSTA, L. G. T. A.; AZEVEDO, M. C. L. **Análise fundamentalista**. Rio de Janeiro: FGV: EPGE, 1996.

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

FARINA, E. M. M. Q. Abordagem sistêmica dos negócios agroindustriais e a economia dos custos de transação. In: FARINA, E. M. M. Q.; AZEVEDO, P. F.; SAES, M. S. M. **Competitividade: mercado, estado e organizações**. São Paulo: Singular, 1997. 286 p.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. São Paulo: Harbra, 2002. 841 p.

GÖCKS, A. NERBASS FILHO, M. **Viabilidade econômica de florestas de *Pinus spp.*** [S.l.: s.n, 200-?]. Relatório de Pesquisa. Não publicado.

HIRATUKA, C. Estruturas de coordenação e relações interfirmas: uma interpretação a partir da Teoria dos Custos de Transação e da Teoria Neo-Schumpeteriana. **Economia da Empresa**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 17-32, 1997.

MILGROM, P.; ROBERTS, J. **Economics, organizations and management**. New Jersey: Prentice Hall, 1994. 621 p.

NERIS, C. N.; BACHA, C. J. C. Impactos dos programas de doação de mudas sobre a rentabilidade econômica dos reflorestamentos em pequenos e médios imóveis rurais – um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 327-360, abr./jun. 2002.

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: University Press, 1990. 152 p.

PINDYCK, R; RUBINFELD, D. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1994. 968 p.

REIBSTEIN, D. J.; CHUSSIL, M. J. Primeiro a lição, depois o teste: usando simulações para analisar e desenvolver estratégias competitivas. In: DAY, G. S; REIBSTEIN, D. J.; CHUSSIL, M. J. **A dinâmica da estratégia competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 395-423.

SANT ´ANNA, D. D.; SILVA, C. A. B. da; GOMES, S. T. Análise de risco da implantação de tanques de resfriamento de leite em propriedades rurais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 301-316, abr./jun. 2003.

SIFFERT FILHO, N. F. A economia dos custos de transação. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 103-128, 1995.

SIMONSEN, M. H. **Ensaio analítico**. Rio de Janeiro: FGV, 1994. 426 p.

SIQUEIRA, A. B. de. **Organização e financiamento de projeto florestal associativo**. 2003. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. São Paulo: Makron Books, 1993. 643 p.

TEIXEIRA, E. C.; GOMES, S. T. **Elaboração e análise de projetos agropecuários**. Viçosa: UFV, 1994.

WILLIAMSON, O. E. Comparative economic organization: the analysis of discrete structural alternatives. **Administrative Science Quarterly**, v. 36, p. 269-296, Jun. 1991.